

3100000011479

**INKUBATOR PENUMBUH
KULTUR JARINGAN TANAMAN
DENGAN PENERAPAN TEKNOLOGI
ELEKTRONIKA FUZZY NLX220**

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

M. AZAM MACHUDIN

NRP : 2295 100 536

PERPUSTAKAAN
ITS

6-3-02

4

No. Agenda Prp.

9029

RSE
629.89
Mac
i-1
1998



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1998**



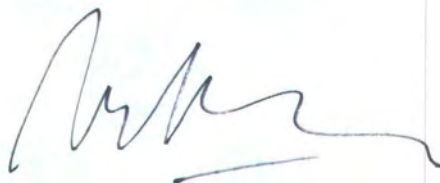
**INKUBATOR PENUMBUH
KULTUR JARINGAN TANAMAN
DENGAN PENERAPAN TEKNOLOGI
ELEKTRONIKA FUZZY NLX220**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada**

**Bidang Studi Elektronika
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**



**Ir. H. Moch. Heroe
NIP. 130 368 609**

**SURABAYA
AGUSTUS, 1998**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

ABSTRAK

ABSTRAK

Perkembangan teknologi elektronika telah banyak membantu diberbagai bidang dan bahkan sampai pada bidang pertanian. Pada bidang Pertanian khususnya kultur jaringan tanaman yang melakukan penumbuhan dari jaringan terkecil atau yang disebut sel. Untuk menumbuhkan sel ini diperlukan perlakuan yang khusus. Salah satunya adalah diperlukan suatu kondisi ruangan (inkubator) yang sesuai dengan jenis dari masing-masing tanaman tersebut, yaitu temperatur, kuat penerangan dan kelembaban. Adapun untuk memperoleh ketiga kondisi tersebut diperlukan suatu alat kontrol.

Dengan didasari pengetahuan tentang teknologi fuzzy, maka dalam tugas akhir ini dirancang suatu sistem pengontrol ruang penumbuh kultur jaringan tanaman dengan menerapkan teknologi fuzzy. Dimana fuzzy berperan utama dalam menentukan tercapainya ketiga kondisi yang diinginkan yaitu temperatur, kuat penerangan dan kelembaban.

Alat ini dilengkapi dengan sensor temperatur yang berfungsi untuk membaca kondisi temperatur ruang tersebut dan pengontrol temperatur yang berupa pemanas untuk menaikkan temperatur, pendingin untuk menurunkan temperatur. Kemudian dilengkapi dengan sensor kuat penerangan yang berfungsi untuk membaca kondisi kuat penerangan ruang tersebut dan pengontrol kuat penerangan yang terdiri dari beberapa lampu TL. Dan alat ini juga dilengkapi dengan sensor kelembaban dengan memanfaatkan teori sensor temperatur basah-kering, sehingga hasil pengolah datanya dapat digunakan untuk membaca kondisi kelembaban ruang tersebut dan pengontrol kelembaban yang berupa penghangat dan uap air. Pengolah data dari semua sensor dan pengontrol tersebut dengan menggunakan teknologi logika fuzzy.

Alat Tugas Akhir yang dibuat dengan menerapkan teknologi logika fuzzy ini diharapkan respon yang diberikan untuk memperoleh kondisi ruang penumbuh tersebut akan lebih efektif dan lebih baik, sehingga akan memberikan hasil penumbuhan sel tanaman yang lebih baik, cepat dan efisien.



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim,

Alhamdulillah, hanya dengan perkenan, rahmat dan hidayat dari Allah SWT semata, kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul :

INKUBATOR PENUMBUH KULTUR JARINGAN TANAMAN

DENGAN PENERAPAN TEKNOLOGI ELEKTRONIKA

FUZZY NLX220

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan S-1 pada bidang studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan bobot 6 sks.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi almamater tercinta, terutama rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

UCAPAN TERIMA KASIH

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih dan rasa syukur yang tak terhingga ini penulis sampaikan kepada Allah SWT semata, hanya karena rahmat dan hidayah-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan. Kemudian kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu mulai dari proses persiapan hingga penyelesaian tugas akhir ini, secara khusus penulis ucapkan kepada :

1. **Ayahanda, Ibunda, Kakak, Adik, Herliana dan dik Afif tersayang** yang telah banyak memberikan dorongan moril, materiil dan doa-doanya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
2. **Bapak Ir. H. Moch. Heroe**, selaku Dosen Pembimbing dan Dosen Wali yang telah memberi dorongan dan pengarahan cepat terselesaikannya tugas akhir ini dan bantuan lain yang tidak bisa disebutkan lagi.
3. **Bapak Ir. Soetikno**, selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika.
4. **Bapak-Ibu Dosen khususnya pada bidang studi Elektronika** yang telah memberikan bekal ilmu selama penulis menempuh kuliah.
5. **Ibu Ir. Baswarsiati, M.S.**, Spesialis Perkembangbiakan Tanaman di BPTP Malang yang memberikan dukungan dan referensi tentang Kultur Jaringan Tanaman.
6. **Ibu Koespiatin**, sebagai teknisi di Laboratorium Kultur Biak yang banyak memberikan informasi tentang penumbuhan kultur jaringan tanaman.

7. **Rekan-rekan satu bidang studi, Bayu, Dono, Faridh, Mira, Iwan, Lina** dan lainnya yang banyak membantu memberikan semangat dan banyak pengetahuan hingga tugas akhir ini selesai.
8. **Rekan-rekan satu kost, Joni, Wahyu, Roni, Widodo** dan lainnya, yang banyak memberikan bantuan selama mengerjakan Tugas akhir.
9. **Dan semua pihak** yang tidak dapat disebutkan satu per satu di sini.

Surabaya, 27 Juli 1998

M. Azam Machudin



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Metodologi	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
1.6 Relevansi	4

BAB II TEORI DASAR FUZZY

2.1 Pendahuluan	5
2.2 Perbandingan Teori Fuzzy dengan Teori Boolean	5
2.3 Penulisan Himpunan Fuzzy	7
2.4 Operasi-operasi pada Himpunan Fuzzy	8

2.5 Fungsi Keanggotaan	9
2.6 Proses Logika Fuzzy	11
2.7 NLX220	13
2.7.1 Diskripsi Pin NLX220	15
2.7.2 Arsitektur Device	16
2.7.3 Membership Function (MF)	18
2.7.4 Variabel Fuzzy	20
2.7.5 Rule	21
2.7.6 Evaluasi Rule	22
2.7.7 Floating Membership Function	22
2.7.8 Operasional Device	25
2.7.9 Organisasi Memori	29

BAB III TEORI PENUNJANG

3.1 Pendahuluan	31
3.2 Rangkaian Op-amp	31
3.3 Rangkaian ADC 0804	32
3.4 Kultur Jaringan Tanaman	33
3.4.1 Inkubator Penumbuh Kultur Jaringan Tanaman	34
3.4.2 Kondisi Inkubator Beberapa Kultur Jaringan Tanaman	37
3.5 Termometer Basah Kering	37

BAB IV PERENCANAAN PERANGKAT KERAS

4.1 Perencanaan Sistem Utama	41
4.1.1 Bagian Pemroses	41
4.1.2 Bagian Input	43
4.1.2.1 Input Temperatur dan Setting-nya	44
4.1.2.2 Input Kelembaban dan Setting-nya	47
4.1.2.3 Input Kuat Cahaya dan Setting-nya	51
4.1.2.4 Rangkaian Input Timer	52
4.1.3 Bagian Output	54
4.1.3.1 Rangkaian Output Kontrol Temperatur	55
4.1.3.2 Rangkaian Output Kontrol Kelembaban	57
4.1.3.3 Rangkaian Output Kontrol Kuat Cahaya	59
4.2 Perencanaan Sistem Display	61
4.2.1 Bagian Pemroses	62
4.2.1.1 Minimum Sistem 8088	62
4.2.1.2 Interrupt Card	63
4.2.2 Bagian Input	64
4.2.2.1 Demultiplexer MC14051	64
4.2.2.2 Konversi Analog ke Digital ADC0804	65
4.2.3 Bagian Output	66

BAB V PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK

5.1 Perangkat Lunak Untuk Minimum Sistem 8088	68
5.2 Perangkat Lunak Untuk Logika Fuzzy NLX220	91
5.2.1 Input	91
5.2.2 Output	92
5.2.3 Variabel	93
5.2.4 Rule	94
BAB VI PENGUJIAN DAN PENGUKURAN	
6.1 Pengujian dan Pengukuran Sensor-sensor	96
BAB VII PENUTUP	
7.1 Kesimpulan	100
7.2 Saran-saran	101
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN A1-A6	



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbedaan Teori Bookean dengan Fuzzy	6
Gambar 2.2 Fungsi S	9
Gambar 2.3 Fungsi π	10
Gambar 2.4 Fungsi Segitiga	10
Gambar 2.5 Fungsi Trapesium	11
Gambar 2.6 Proses Fuzzifier	12
Gambar 2.7 Blok Diagram Arsitektur NLX220	17
Gambar 2.8 Jenis Membership Function	19
Gambar 2.9 Overlap Dua Membership Function	20
Gambar 2.10 Fuzzifikasi dari Temperatur Input	21
Gambar 2.11 Floating Membership Function	23
Gambar 2.12 Mode Immediate Defuzzifikasi	28
Gambar 2.12 Mode Accumulate Defuzzifikasi	28
Gambar 3.1 Op-amp LM324	32
Gambar 4.1 Blok Diagram Sistem Utama	42
Gambar 4.2 Rangkaian Sensor Temperatur	44
Gambar 4.3 Rangkaian Input Temperatur	45
Gambar 4.4 Rangkaian Input Kelembaban	49
Gambar 4.5 Rangkaian Input Kuat Cahaya	51
Gambar 4.6 Rangkaian Clock Input Timer.....	53

Gambar 4.7 Timing Diagram	53
Gambar 4.8 Rangkaian Output Kontrol Temperatur	56
Gambar 4.9 Rangkaian Output Kontrol Kelembaban	59
Gambar 4.10 Rangkaian Output Kontrol Kuat Cahaya	60
Gambar 4.11 Blok Diagram Sistem Display	61
Gambar 4.12 Rangkaian Interrupt Card	63
Gambar 4.13 Rangkaian Demultiplexer MC14051	65
Gambar 4.14 Rangkaian Konversi ADC0804	66
Gambar 4.15 Rangkaian Display	67
Gambar 5.1 Flowchart Program Display	69
Gambar 5.2 Input dan Output pada NLX220	92
Gambar 5.3 Variabel Fuzzy untuk antecedent TMP	95
Gambar 5.4 Variabel Fuzzy untuk antecedent HMD	95
Gambar 5.5 Variabel Fuzzy untuk antecedent LIGHT	95
Gambar 5.6 Variabel Fuzzy untuk antecedent TIMER	95
Gambar 6.1 Grafik Output LM35 terhadap perubahan temperatur	97
Gambar 6.2 Grafik Vout IC3B LM324 terhadap perubahan kuat cahaya.....	99



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Alokasi Memori NLX220	29
Tabel 3.1 Kondisi Ruang Beberapa Kultur Jaringan Tanaman	37
Tabel 3.2 Tekanan Uap Air	40
Tabel 4.1 Data Nilail Output Rangkaian Temperatur	47
Tabel 4.2 Data Nilai Output Rangkaian Kelembaban	50
Tabel 4.3 Tabel Kebenaran Input Timer	54
Tabel 4.4 Tabel Kebenaran MC14051	64
Tabel 6.1 Hasil Pengujian dan Pengukuran Sensor Suhu	97
Tabel 6.2 Hasil Pengujian dan Pengukuran Kuat Cahaya	98



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi dibidang Elektronika, maka akan membawa perubahan dan kemajuan pada hampir semua bidang termasuk dibidang Pertanian. Pada bidang pertanian juga dibagi lagi menjadi beberapa sub bidang diantaranya : Kultur Jaringan Tanaman, Rumah Kaca, Pengolahan Hasil Pertanian, dan masih banyak lagi. Dalam hal ini kemajuan bidang elektronika akan diterapkan pada sub bidang Kultur Jaringan Tanaman.

Kultur jaringan tanaman merupakan proses penumbuhan tanaman dari sel (jaringan terkecil dari tanaman) yang menghasilkan tanaman tersebut mempunyai sifat-sifat yang sama dengan induknya. Dimana untuk menumbuhkan sel tersebut diperlukan perlakuan khusus dan kondisi ruang penumbuh (temperatur, kuat penerangan dan kelembaban) yang dijaga kesetabilannya. Ruang penumbuh tersebut merupakan salah satu faktor yang penting untuk memperoleh keberhasilan penumbuhan sel, karena apabila kondisi ruang yang diperlukan tidak terpenuhi, maka akan mengalami keterlambatan penumbuhan atau kegagalan penumbuhan.

Sel tanaman membutuhkan kondisi ruang penumbuh yang berbeda-beda tergantung dari jenis tanamannya. Sehingga pengaturan kondisi ruang penumbuh ini diharapkan dapat diatur sesuai dengan yang dibutuhkan sel tersebut dan dapat memberikan hasil penumbuhan yang lebih baik, cepat dan efisien.

1.2 Permasalahan

Untuk dapat mempertahankan kondisi ruang penumbuh yang memenuhi syarat dari suatu sel tanaman tertentu, maka dibutuhkan suatu alat yang dapat mengontrol ketiga kondisi ruangan yaitu suhu, kuat penerangan dan kelembaban secara bersamaan dan harus dijaga tetap kesetabilannya. Alat tersebut harus dapat mengenali pola dan kecenderungan perubahan kondisi ruang dan memberikan respon kontrol yang baik. Sehingga sangat cocok diperlukan pengontrolan dengan menggunakan teknologi logika fuzzy.

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah merencanakan dan membuat alat pengontrol ruang (inkubator) penumbuh kultur jaringan tanaman dengan menggunakan teknologi logika fuzzy, dengan harapan masalah pengaturan kondisi ruang penumbuh ini dapat dilakukan dengan baik dan efisien.

1.4 Metodologi

Untuk dapat merealisasikan tujuan yang direncanakan, maka dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Melakukan studi literatur tentang kultur jaringan tanaman khususnya mengenai kondisi ruang penumbuh yang dibutuhkan, jenis tanaman dan hal-hal yang berkaitan dengan proses penumbuhan sel tanaman tersebut.

- Mempelajari teori logika fuzzy dan pengontrolan dengan fuzzy, serta literatur yang berkaitan.
- Membuat blok diagram keseluruhan sistem alat yang akan dibuat, dan mempelajari masing-masing blok secara perblok, untuk mempermudah implementasi dan pengujiannya.
- Mengimplementasikan masing-masing blok ke dalam rangkaian, dan menguji tiap-tiap blok rangkaian secara terpisah hingga dapat bekerja dengan baik, baru kemudian digabungkan untuk membentuk sistem yang direncanakan.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika dalam penyusunan buku tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Pada BAB I diuraikan mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan, metodologi dan sistematika pembahasan tugas akhir ini.

Pada BAB II membahas mengenai dasar teori fuzzy yang akan menjelaskan tentang logika fuzzy NLX220.

Pada BAB III membahas mengenai teori dasar yang menunjang dalam perencanaan dan pembuatan alat.

Pada BAB IV membahas mengenai perencanaan alat mulai dari blok diagram hingga implementasinya ke dalam rangkaian elektronika.

BAB V membahas mengenai perencanaan perangkat lunak.....

BAB VI membahas tahap pengujian dan pengukuran untuk mengetahui hasil dari peralatan yang sudah dibuat.

BAB VII adalah penutup yang berisikan kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.6 Relevansi

Dengan adanya perencanaan Inkubator Penumbuh Kultur Jaringan Tanaman ini diharapkan memberikan manfaat yang besar bagi dunia pertanian khususnya pada kultur jaringan tanaman. Alat ini diharapkan dapat memberikan hasil penumbuhan sel tanaman yang lebih baik dengan faktor kegagalan yang lebih kecil.



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAB II
TEORI DASAR FUZZY

BAB II

TEORI DASAR FUZZY

2.1 Pendahuluan

Teori fuzzy yang pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi Zaedah pada tahun 1965 di Universitas California, dan berkembang pesat baik dalam penelitian dan pengembangannya maupun dalam penggunaannya di berbagai bidang. Teori ini dikembangkan untuk mengatasi kekurangan yang dimiliki oleh teori Boolean, yaitu teori yang digunakan dalam sistem digital pada umumnya, yang terkenal dengan aljabar Boolean.

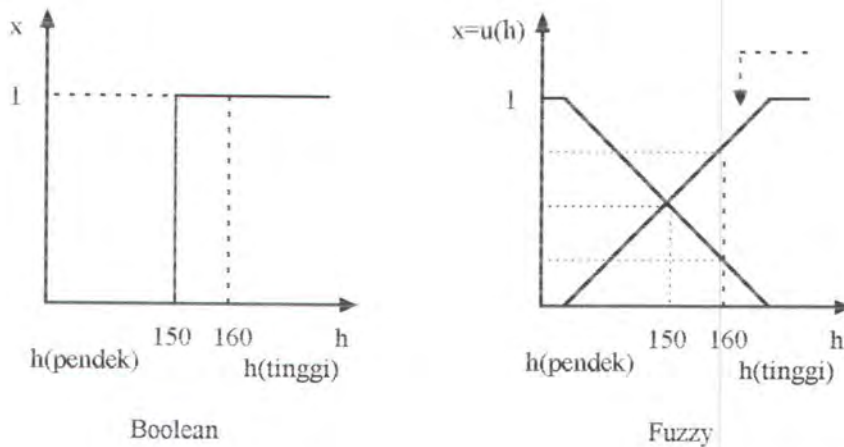
2.2 Perbandingan Teori Fuzzy dengan Teori Boolean ¹

Aljabar Boolean yang telah dikenal luas mendefinisikan suatu kondisi hanya dengan dua keadaan saja, yaitu 0 dan 1, panas atau dingin, hitam atau putih dan sebagainya. Jika suatu variabel merupakan anggota yang memenuhi syarat, maka dinyatakan sebagai logika 1 dan bila tidak memenuhi syarat maka dinyatakan sebagai logika 0.

Sebagai contoh, variabel x untuk menyatakan tinggi badan seseorang maka dengan aljabar Boolean kita harus mendefinisikan batasannya, misalnya ditentukan batasan tinggi adalah 150 cm, maka bila lebih dari 150 cm akan dikatakan “tinggi” ($x = 1$) dan selain itu akan disebut “pendek” ($x = 0$). Maka jika seseorang tingginya

¹ Neuralogix, FUZZY MICROCONTROLLER DEVELOPMENT SYSTEM (Neuralogix 1992) pp.5-1

149 cm akan disebut pendek, sedangkan orang yang tingginya 151 cm akan disebut tinggi, demikian juga orang yang tingginya 160, 170, 180 cm akan disebut tinggi, dalam hal ini aljabar Boolean tidak dapat membedakan orang yang tingginya 160, 170 dan 180 cm, karena semuanya disebut tinggi.



Gambar 2.1 Perbedaan teori Boolean dengan Fuzzy

Berbeda dengan logika fuzzy yang mendefinisikan keanggotaan variabelnya ke dalam himpunan yang kontinu antara 0 dan 1, dengan derajat keanggotaannya yang diperoleh dengan memetakan nilai variabel ke himpunan anggota melalui fungsi keanggotaan (Membership Function) yang secara grafis dapat digambarkan seperti gambar 2.1.

Dalam penerapannya pada contoh masalah diatas, bila tinggi seseorang (h) adalah 160 cm maka dengan memetakannya terhadap fungsi keanggotaan tinggi ($\mu(h)$ tinggi, kita akan memperoleh $x = 0,75$ dan dengan memetakannya pada fungsi keanggotaan pendek ($\mu(h)$ pendek), kita memperoleh $x = 0,25$. Maka 160 dalam logika fungsi dinyatakan sebagai 0,75 tinggi dan 0,25 pendek, dengan

demikian kita masih dapat membedakan antara orang yang tingginya 160 dengan yang tingginya 180.

2.3 Penulisan Himpunan Fuzzy

Misalkan X merupakan semesta dengan anggota yang berhingga x , yang dinotasikan dengan $X = \{x\}$, maka himpunan fuzzy A didefinisikan sebagai sekumpulan pasangan yang diurutkan :

$$A = \{x, \mu_A(x)\} ; x \in X \dots\dots\dots (1)$$

$\mu_A(x)$ menyatakan keanggotaan x dalam A yang harganya terletak antara interval $[0,1]$. Tingkat menunjukkan keanggotaan penuh (full Membership) dan tingkat 0 menyatakan tanpa keanggotaan (non membership) sedangkan tingkat antara 0 dan 1 menyatakan kekaburan antara keanggotaan penuh dan tanpa keanggotaan.

Tingkat keanggotaan inilah yang biasa disebut dengan tingkat logika fuzzy. Himpunan fuzzy A pada semesta pembicaraan X yang anggotanya berhingga, $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$\begin{aligned} A &= \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \dots + \mu_A(x_n)/x_n \\ &= \sum \mu_A(x_i)/x_i \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

Tanda “+” menyatakan operasi gabungan (union) dan tanda “/” untuk menghubungkan anggota dengan nilai keanggotaannya.

Jika x menyatakan semesta pembicaraan yang anggotanya tak berhingga (kontinyu) maka himpunan fuzzy dinyatakan dalam bentuk :

$$A = \{ \mu_A(x) / x \dots\dots\dots (3)$$

2.4 Operasi-operasi pada Himpunan Fuzzy

Beberapa operasi dasar yang diberlakukan pada himpunan fuzzy A dan B dari semesta X dengan tingkat keanggotaan $\mu_A(x)$ dan $\mu_B(x)$ untuk $x \in X$ adalah sebagai berikut :

1. Dua himpunan Fuzzy A dan B dikatakan sama ($A=B$) bila keduanya memiliki semesta yang sama dan fungsi keanggotaan yang sama, dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\mu_A(x)/x = \mu_B(x) / x ; x \in X$$

2. Gabungan dua himpunan fuzzy A dan B ($A \cup B$) dinyatakan dengan :

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max (\mu_A(x) , \mu_B(x)) ; \text{ untuk semua } x \in X$$

ini dinyatakan dengan operasi “or” dalam logika fuzzy.

3. Irisan dari himpunan fuzzy A dan B ($A \cap B$) dinyatakan dengan :

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min (\mu_A(x) , \mu_B(x)) ; \text{ untuk semua } x \in X$$

ini dinyatakan dengan operasi “and” dalam logika fuzzy.

4. Komplemen himpunan fuzzy A dinotasikan dengan \bar{A} , didefinisikan dengan :

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) ; \text{ untuk semua } x \in X$$

ini dinyatakan dengan operasi “not” dalam logika fuzzy.

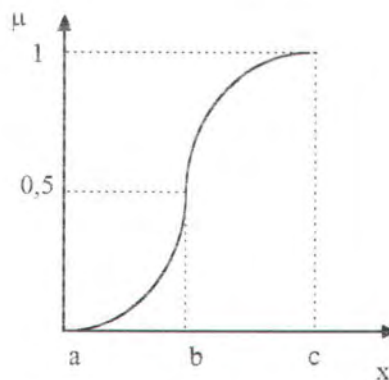
2.5 Fungsi Keanggotaan

Untuk menyatakan hubungan antara sebuah input dengan sebuah himpunan fuzzy, digunakan fungsi keanggotaan (Membership Function). Ada beberapa jenis fungsi keanggotaan, antara lain :

Fungsi S

Fungsi S didefinisikan dengan :

$$\begin{aligned}
 S(x; a, b, c) &= 0 & x \leq a \\
 &= 2 \left(\frac{(x-a)}{(c-a)} \right)^2 & a \leq x \leq b \\
 &= 1 - 2 \left(\frac{(x-c)}{(c-a)} \right)^2 & b \leq x \leq c \\
 &= 1 & x \geq c
 \end{aligned}$$

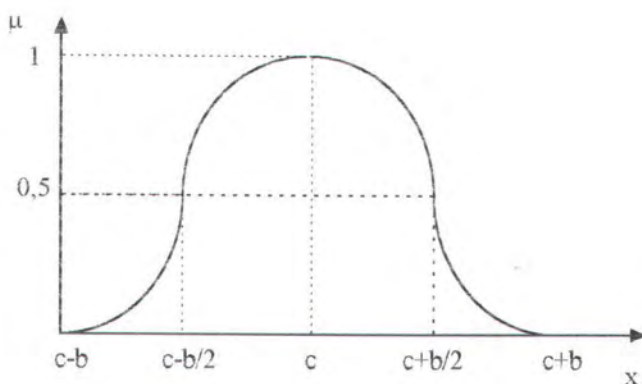


Gambar 2.2 Fungsi S

Fungsi π

Fungsi ini hampir sama dengan fungsi S, Fungsi π didefinisikan dengan :

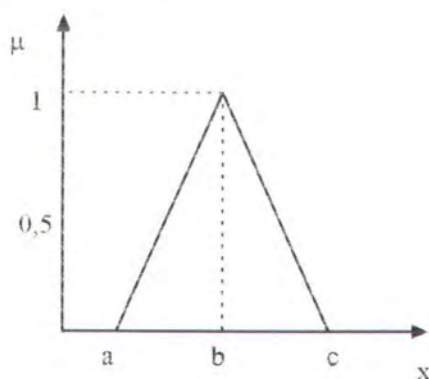
$$\begin{aligned}
 \pi(a, b, c) &= S(x; c-b, c-b/2, c) & x \leq c \\
 &= 1 - S(x; c, c+b/2, c+b) & x \geq c
 \end{aligned}$$

Gambar 2.3 Fungsi π

Fungsi Segitiga

Fungsi ini didefinisikan dengan :

$$\begin{aligned}
 T(x; a, b, c) &= 0 & x \leq a \\
 &= (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\
 &= (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \\
 &= 0 & x \geq c
 \end{aligned}$$

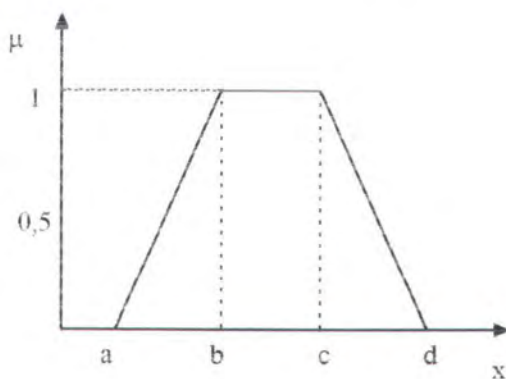


Gambar 2.4 Fungsi Segitiga

Fungsi Trapesium

Fungsi Trapesium didefinisikan sebagai :

$$\begin{aligned}
 Tp(x;a,b,c,d) &= 0 & x \leq a \\
 &= (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\
 &= 1 & b \leq x \leq c \\
 &= (d-x)/(d-c) & c \leq x \leq d \\
 &= 0 & x \geq d
 \end{aligned}$$



Gambar 2.5 Fungsi Trapesium

2.6 Proses Logika Fuzzy

Untuk memecahkan persoalan dengan menggunakan logika fuzzy diperlukan 3 tahap proses yaitu :

1. Proses Fuzzifikasi

Merupakan proses tahap pertama yang berguna untuk merubah atau mentransformasikan variabel input crisp menjadi variabel input fuzzy.

Misalnya input crisp sebesar 80 derajat, maka dalam variabel input fuzzy menjadi panas (warm).

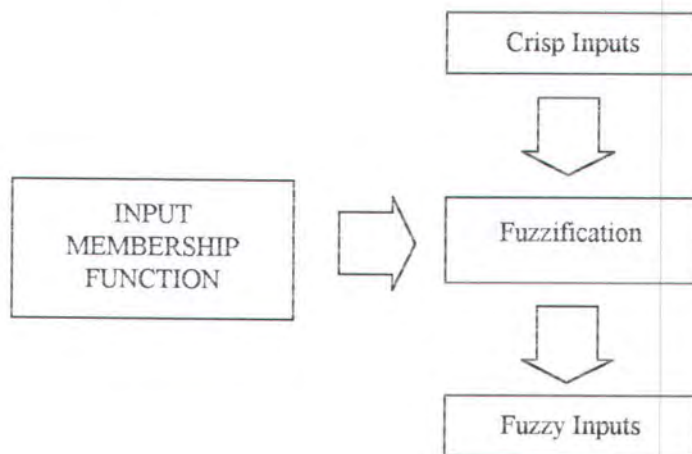
2. Proses Evaluasi Aturan (Rule Evaluation)

Merupakan proses tahap kedua, dimana proses ini untuk mencari nilai aksi (action) dengan cara memberi bobot pada tiap aturan (rule) dan memilih action aturan yang paling mendekati keadaan input.

3. Proses Defuzzifikasi

Merupakan proses yang mengubah variabel fuzzy hasil proses evaluasi aturan menjadi variabel crisp.

Untuk lebih jelasnya proses fuzzifier seperti terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Proses Fuzzifier ²

Pada awalnya input yang berupa variabel crisp yaitu variabel yang berorientasi numerik baik analog maupun digital, diubah ke dalam variabel fuzzy

² ---FUZZY LOGIC EDUCATION PROGRAM (Motorolla)

dengan memetakannya ke himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan (membership function). Kemudian dilanjutkan dengan dengan proses evaluasi aturan, dimana tiap aturan diberi bobot sesuai dengan input atau kombinasi input yang diperoleh, lalu dipilih aturan yang bobotnya paling besar untuk menentukan outputnya (action).

Dalam proses ini terdapat dua komponen utama yaitu himpunan aturan (rule set) dan metode evaluasi aturan.

Himpunan aturan (rule set) adalah sekumpulan aturan yang digunakan untuk menentukan tanggapan terhadap input atau kombinasi input yang diterima. Aturan ini bersifat linguistik dan mempunyai bentuk dasar “ jika ... maka ...” (if ... then ...).

Bentuk dasar aturan fuzzy adalah jika x_1 adalah Ax_1 dan x_2 adalah Ax_2 atau x_3 adalah Ax_3 ... maka y_1 adalah Ay_1 , dimana x_1 , x_2 , dan x_3 adalah input kejadian 1 (antecedent 1), kejadian 2 dan kejadian 3. Ax_1 , Ax_2 , dan Ax_3 adalah himpunan fuzzy yang berkorelasi dengan kejadian, y_1 adalah output kejadian dan Ay_1 adalah himpunan fuzzy yang berkorelasi dengan output.

2.7 NLX220³

NLX220 merupakan device yang membentuk kalkulasi logika fuzzy secara langsung di hardware. Karena memang dibuat untuk controller, maka mudah dalam pemakaian, performansi, feature, dan tangguh dalam lingkungan yang kasar.

³ Neuralogix, FUZZY MICROCONTROLLER DEVELOPMENT SYSTEM (American Neuralogix) p. 6-3

Device ini terdiri dari 4 analog input dan output dengan sumber clock internal. NLX 220 akan menyerap daya yang rendah saat operasi normal dan mempunyai mode power-down yang akan mengurangi daya dengan faktor 10.

Fuzzy logic sangat sesuai dengan proses-proses yang mempunyai input data yang acak dan sistem tidak linier untuk laju sistem kontrol yang tangguh.

Metodologinya memakai deskripsi secara linguistik dari sistem, sehingga menjadikannya sangat intuitif dan mudah untuk dipakai. Dapat juga dipakai untuk menambahkan kecerdasan pada produk-produk industri, misalnya untuk meningkatkan performansi, menambah feature, dan meningkatkan efisiensi.

NLX220P bisa diprogram yang sesuai untuk development dan produksi yang terbatas. Kompatibilitas pin NLX220 memakai teknologi OTP untuk storage dan sesuai untuk produksi yang beragam.

Memori menyimpan MF (Membership Function) Fuzzy dan parameter rule. Pengorganisasian memori fleksibel dan dengan efisien mengadaptasi keperluan dari aplikasinya. Device ini menyimpan 111 variabel Fuzzy yang diorganisasikan dalam bentuk keperluan rule-nya.

Device menyediakan 6 tipe MF yang berbeda untuk berbagai aplikasi. MF mempunyai slope konstan dan hanya perlu spesifikasi tipe, lebar, dan center. NLX220 juga menyediakan floating MF, dimana lebar dan center bisa 'float' dibuat berubah-ubah dengan dinamis. Floating MF dimanfaatkan untuk mengukur penurunan, membuat timer, atau meng-adjust untuk men-drive sensor.

Ada dua metode Defuzzifikasi, immediate dan accumulate. Immediate akan men-drive output untuk harga yang sudah tertentu dan accumulate untuk menambahkan harga yang telah ada.

2.7.1 Deskripsi Pin NLX220

Konfigurasi dan fungsi dari masing-masing input dan outputnya adalah :

Untuk pin input :

1. RESET, untuk menginisialisasi device dengan sinyal aktif low. Harus tetap aktif hingga sedikitnya 8 clock untuk memastikan operasi yang lama telah habis. Dapat diaktifkan dengan rangkaian delay power-up. Dengan Reset akan mengaktifkan mode loe-power.
2. AIN(0-3), input data analog yang dengan internal akan dikonversikan ke 8 bit data digital. Input yang tidak dipakai harus di-ground-kan.
3. XIN, clock input, boleh dipakai eksternal input clock atau dengan kristal, di mana ujung satunya di-ground-kan.
4. PROG, untuk saat pemrograman NLX220P. Pin ini tidak dipakai pada NLX220. Saat operasi harus di-ground-kan.
5. PRESCALE, input logika '1' menandakan dalam mode prescale dan '0' dalam operasi normal. Pin ini di-ground-kan saat mode prescale tidak pernah digunakan atau dihubungkan dengan pin READY untuk operasi kontinyu. Mode juga bisa dipanggil selama pengoperasian oleh logika eksternal. Setelah RESET

diaktifkan, PRESCALE input harus dipertahankan pada logika rendah sedikitnya selama 4 clock.

Untuk pin output :

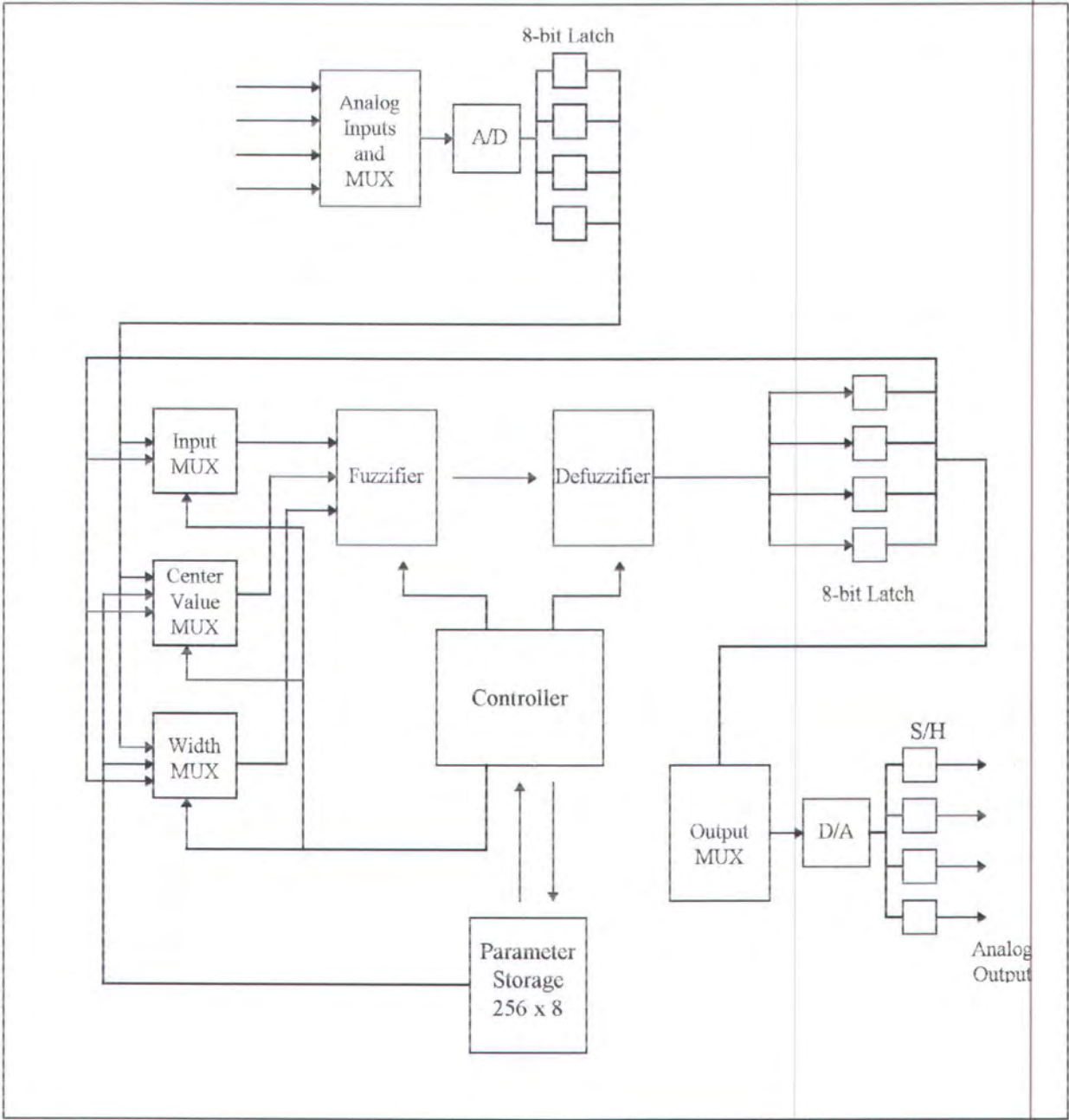
1. AOUT (0-3), Analog output, 8 bit data digital dikonversikan secara internal ke level analog.
2. READY, setelah reset pin ini menandakan device mulai men-sample dan memproses data. Pin ini seharusnya tidak dihubungkan atau disambungkan dengan PRESCALE selama pengoperasian.
3. VREF, memfilter referensi tegangan internal, hubungkan ke ground dengan 0,1uF kapasitor.

2.7.2 Arsitektur Device

Device ini adalah stand alone kontroller Fuzzy logic yang membentuk semua kalkulasi di dalam hardware dan tidak memerlukan software. Input dapat secara langsung dihubungkan ke sensor atau switch, demikian juga outputnya langsung dihubungkan dengan piranti analog atau digunakan untuk fungsi kontrol.

Komponen utama NLX220 adalah Fuzzifier, Defuzzifier, dan Kontroller. Fuzzifier mengkonversikan input data ke dalam data Fuzzy, dan dalam hubungannya dengan kontroller, akan mengevaluasi data fuzzy dengan definisi set rule yang dimasukkan yang menggambarkan sistem kontrol yang dimaksud.

Setelah rule-rule dievaluasi, Defuzzifier memberikan nilai aksi ke output yang bersesuaian.



Gambar 2.7 Blok Diagram Arsitektur NLX220

2.7.3 Membership Function (MF)

MF dipakai untuk membagi input ke dalam bagian-bagian dimana inputnya biasanya bervariasi. MF dibandingkan dengan data input untuk mengetahui dimana data tersebut akan ditempatkan. Tempat-tempat tersebut tergantung disainernya dalam mengklasifikasikan data, misalnya hangat, cepat, atau tinggi.

Dalam hal ini termometer, pembagiannya suhunya dibuat sehalus mungkin, misal :

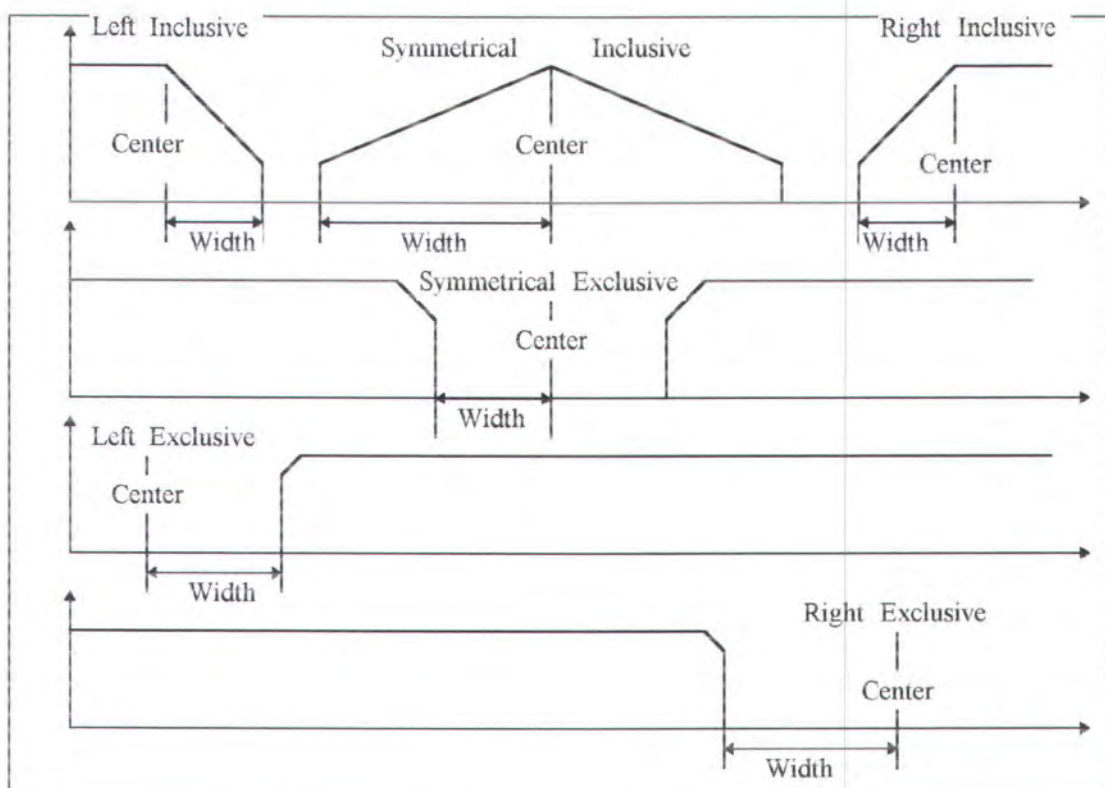
1. Di bawah 60 F = Dingin
2. 60 F - 70 F = Cool
3. 70 F - 75 F = Moderat
4. 75 F - 85 F = Warm
5. Di atas 85 F = Panas

Pembagian ini hanya secara intuitif saja. Di dalam Fuzzy Logic 5 bagian ini disebut MF. Pembagian ini boleh terjadi overlap, dimana datanya berarti member dari kedua MF. Misalnya dingin dengan cold.

NLX220 mensupport 6 macam slope:

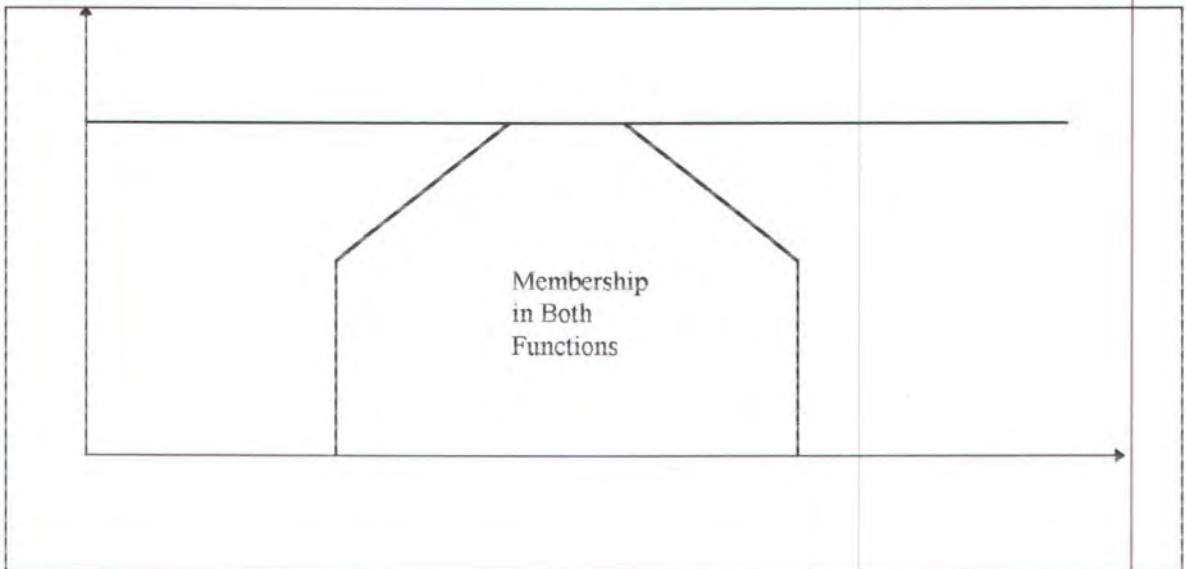
1. Left Inclusive
2. Symmetrical Inclusive
3. Right Inclusive
4. Symmetrical Exclusive
5. Left Exclusive
6. Right Exclusive

Di dalam aplikasinya didefinisikan dengan nama, tipe bentukannya, dan nilai numerik center dan width-nya. Pemilihan MF harus hati-hati agar dapat menyederhanakan banyak model. Misalnya, dalam termometer Dingin adalah left inclusive dan Panas right Inclusive MF.



Gambar 2.8 Jenis Membership Function

MF dapat di-overlap-kan agar membentuk tipe MF baru seperti trapezoidal, yang merupakan gabungan dari Left Inclusive dan Right Inclusive. Data input yang masuk ke dalam tipe trapezoid adalah member dari kedua MF tersebut.



Gambar 2.9 Overlap Dua Membership Function

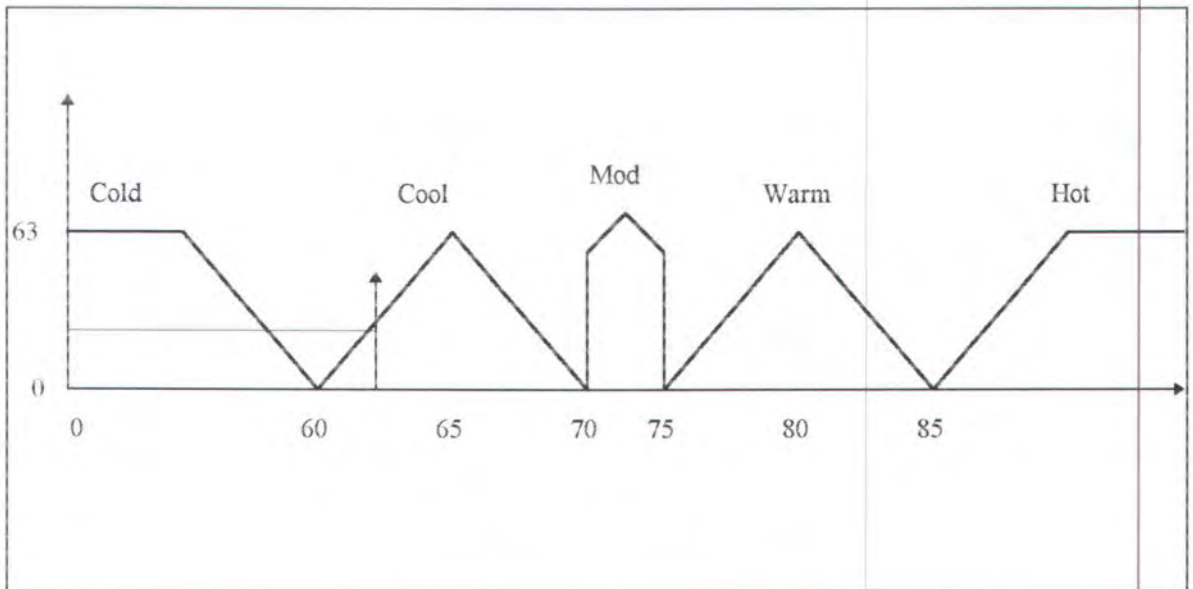
2.7.4 Varabel Fuzzy

Adalah ekspresi linguistic yang menunjukkan input bersesuaian dengan MF di sumbu mendatarnya. Varabel Fuzzy berdasarkan pada Membership Function dan Input variabel, seperti misalnya :

if Temperatur is Cool

Di dalam contoh ini 'Temperatur' adalah input dan 'Cool' adalah Membership Function.

Hubungannya dikerjakan oleh Fuzzifier, hasilnya adalah data Fuzzy yang menunjukkan derajat mana data input yang sesuai dengan MF. Data Fuzzy adalah numerik dan berkisar antara 0 - 63 di dalam NLX220.



Gambar 2.10 Fuzzifikasi dari Temperatur input .

2.7.5 Rule

Rule adalah berisi satu atau lebih variabel Fuzzy dan sebuah nilai aksi ke outputnya. Rule dipakai untuk memberitahu ke controller bagaimana menanggapi perubahan input data.

Misalnya :

Output -5 if Velocity is Fast and Acceleration is Positive

Output +5 if Velocity is Little Slow and Acceleration is Zero

Di rule pertama, variabelnya adalah 'Velocity is Fast' dan kedua 'Acceleration is Positive'. Aksi '-5' dan '+5' diberikan ke output untuk mengurangi atau mempercepat motor. Jika memakai tanda ' \pm ' berarti memakai

mode output accumulate yang menunjukkan bahwa output bisa ditambah atau dikurangi.

2.7.6 Evaluasi Rule

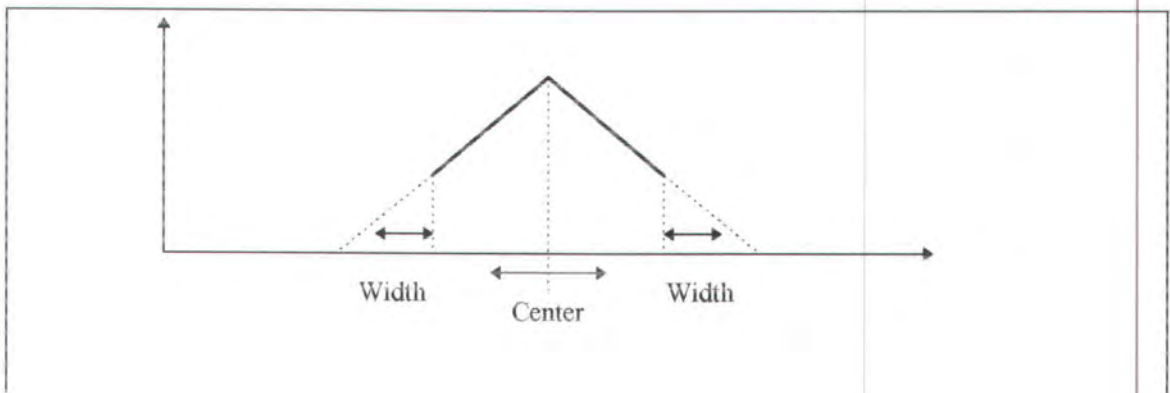
Ada beberapa metode untuk mengevaluasi Rule Fuzzy Logic. NLX220 mengevaluasi dengan teknik dua step MAX-of-MIN.

Step pertama - MIN, semua nilai variabel Fuzzy dibandingkan dan nilai paling rendah mewakili Rule. Step kedua - MAX, nilai rule dibandingkan dan nilai paling tinggi yang menang.

Membership function, variabel Fuzzy, dan Rule dibuat dan dikelompokkan menurut keperluan aplikasi. Sifat-sifat fisik sistem yang mau dikontrol harus dipahami sebelum memasukkan model Fuzzy.

2.7.7 Floating Membership Function

Keistimewaannya memakai fungsi Floating MF. Floating yang dimaksudkan adalah nilai center dan width dari MF dapat dibuat berubah-ubah, yang biasanya adalah nilainya tetap dan disimpan di memori. Di dalam floating membership function nilainya dapat berasal dari input atau output.



Gambar 2.11 Floating Membership function.

Beberapa MF dibuat floating saat entri data. Floating MF berfungsi merubah nilai center dan width sebagai data dari perubahan pilihan input atau output.

Misalnya :

IN1 is small (0, 25, Symmetrical Inclusive)

IN2 is small (0, 25, Symmetrical Inclusive)

Dimana : 0 = center

25 = width

Dua variabel Fuzzy tadi dapat digabungkan menjadi:

Output +1 if IN 1 is small and IN2 is small

dimana varabel fuzzy 'IN1 is small' membandingkan input IN1 dengan membership function konvensional 'small'. Floating MF membuatnya akan menjadi lebih ringkas dengan variabel Fuzzy dan rule berikut :

IN1 is small difference (IN2, 25, symmetrical Exclusive)

Output +1 if IN1 is small difference

Di dalam variabel Fuzzy, center dari MF small difference di definisikan oleh nilai IN2 yang disimpan di latch input.

Saat proses Fuzzifikasi, sebuah input dikurangkan dari center dan nilai absolutnya di-inversikan untuk mengukur bagaimana sedekat mungkin hal itu dapat match dengan nilai centernya. Ketika fuzzifikasi floating MF akan mengurangi satu input dengan yang lain.

Floating MF seperti contoh di atas digunakan untuk mengkalibrasi input sensor over time, dengan cara langsung membandingkan dua input. Nilai stabil sensor dibandingkan dengan set tegangan. Rule kalibrasi mengecek derajat dari ketidaktepatan dan menyimpannya ke dalam output latch. Jika input dalam kalibrasi, center akan match dan nilai koreksi adalah nol. Koreksi ketidaktepatan yang besar akan menyimpan nilai yang besar juga. Koreksi digunakan untuk meng-adjust floating center dari MF di dalam rule yang memproses data sensor.

Floating MF dapat digabungkan dengan aksi floating output untuk memperoleh derivatif dari nilai input. Rule dapat mereferensikan sebuah input sebagai aksi floating sehingga melewatkannya secara langsung ke output latch.

Selama input sampel berikutnya, nilai output latch memilih MF nilai center, yang berakibat berkurangnya nilai input yang sebelumnya. Beda nilai, dibagi oleh sampling interval, adalah nilai derivatif yang dapat dijadikan acuan di dalam rule.

Sebagai contoh pemakaian input atau aksi di dalam mengukur percepatan motor. Rule yang memberikan nilai input ke dalam output latch adalah :

VALUE TO = IN1 if IN1 is MUST WIN(0, 0, Right Inclusive)

Rule memberikan IN1 sebagai nilai aksi. MUST WIN adalah tipe Right Inclusive mulai nol sehingga apapun nilai IN1, rule harus menang dan nilai IN1 diberikan ke output latch.

Rule kedua menghitung derivatif dan meng-adjust output drive ke motor :

ACCEL \pm if IN1 is VALUE T1 (VALUE T0, 25, Symmetrical Inclusive)

Maksudnya rule menentukan apakah nilai input pada T1 masih di dalam range 25 dari nilai awal saat T0. Di dalam aplikasi aktual, perlu MF lain untuk menentukan polaritas derivatif dan rule yang lain untuk menjankau variasi yang lebar.

Contoh di atas floating membership function digunakan dengan jelas. Di dalam aplikasinya, floating MF dipakai ekstensif untuk menyimpan memory karena lebih sedikit memakai variabel dan rule untuk mendeteksi perbedaan input daripada fungsi-fungsi konvensional yang biasa.

2.7.8 Operasional Device

Pemrosesan data meliputi beberapa step. Pertama, data sampel analog dikoversikan ke digital dan dilatch. Berikutnya Fuzzifier membandingkan isi dari input latch dengan variabel fuzzy untuk menemukan nilai variabel. Fuzzifier juga membentuk penghitungan MAX-of-MIN untuk mencari pemenang rule. Terakhir, Defuzzifier menentukan pemenang aksi rule dan menahannya untuk konversi ke analog output atau untuk internal feedback.

Fuzzifier

Adalah membandingkan data input latch dengan MF untuk menghitung nilai fuzzy variabel. Ketika penghitungan MIN rule dilakukan, nilainya mewakili rule yang disimpan. Ketika penghitungan MAX dilakukan pada seluruh variabel yang mereferensikan nilai output, nilai rule pemenang akan diberikan ke Defuzzifier.

Peng-update-an Output Latch

Rule dievaluasi dalam urutan saat masuknya. Banyak rule dapat mereferensikan output dan output dapat direferensikan berulang-ulang di dalam sebuah set rule. Ketika sebuah rule atau grup rule memberikan output yang dievaluasi dan rule selanjutnya memasukkan referensi ke output lain, compiler akan menyertakan kode untuk Last Rule dengan output latch untuk di-update dengan nilai pemenang yang baru. Latch data juga bisa dengan cepat dipakai sebagai feedback.

Jika setelah pemrosesan rule yang berefek ke output lain, processor menemukan rule atau grup rule lain yang menunjuk output sebelumnya, output latch akan di-update lagi. Peng-update-an output mungkin bisa sesering mungkin selama proses sebagaimana disana ada bagian grup terpisah yang mereferensikannya.

Sebagaimana sebelumnya, sampling input adalah kontinyu. Output Analog juga sering di-update terus menerus. Selama proses variabel Fuzzy mungkin memakai data sample yang lalu atau dari data yang sedang dipakai proses

tergantung dimana sampling input cycle berada relatif terhadap processing cycle.

Jika lebih dari satu grup rule yang mereferensi ke input dan output yang sama, maka nilai output akan berubah lebih dari satu kali selama sebuah proses cycle berdasar pada perbedaan input data.

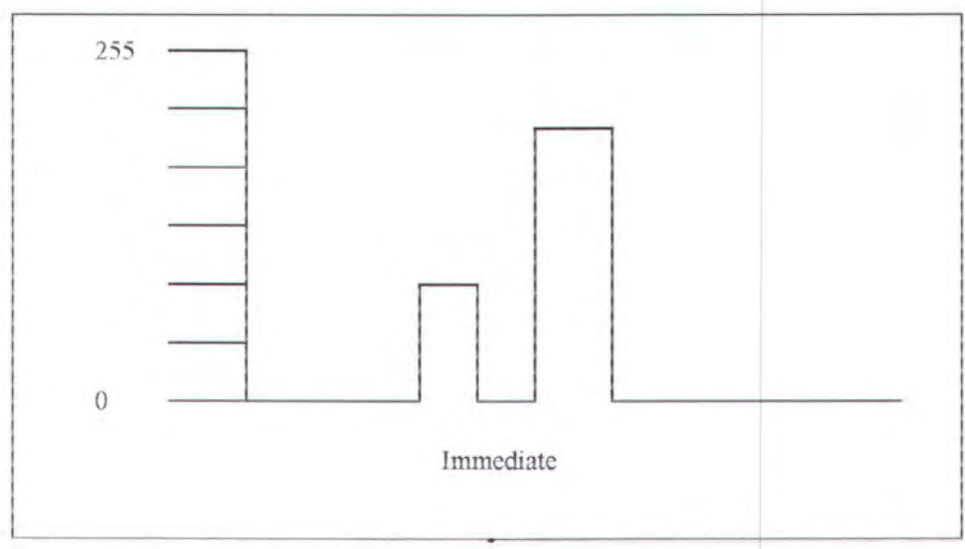
Defuzzifier

Nilai aksi rule yang menang dan mode data diberikan ke defuzzifier. Data digital dari defuzzifier di-latch dan dikonversikan ke analog untuk mendrive output atau diumpanbalikkan kembali secara internal.

Jika semua rule dalam sebuah grup mereferensikan sebuah hasil evaluasi output nol, maka grup tidak akan merubah nilainya. Jika lebih dari satu rule mengevaluasi dengan hasil nilai paling tinggi dan tidak nol, maka rule pertama yang masuk akan menang dan aksinya menentukan output.

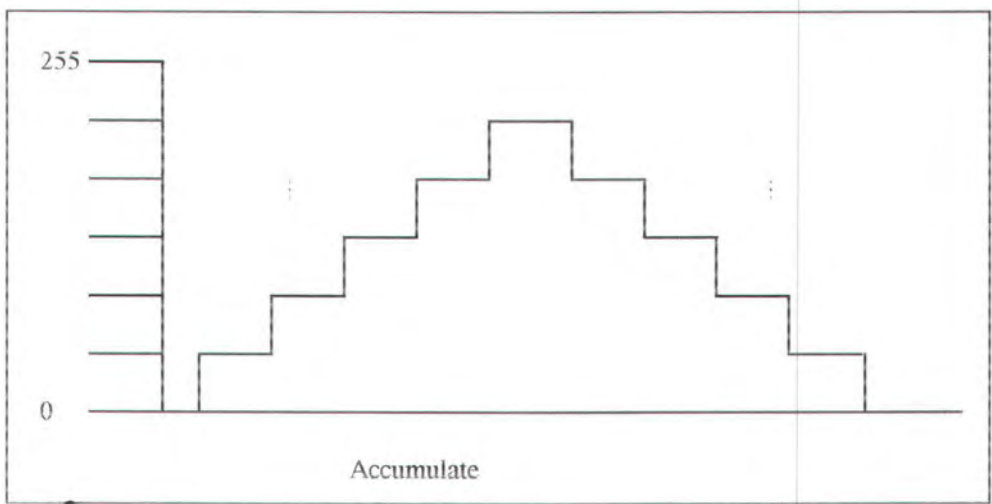
Metode Defuzzifikasi

Hasil defuzzifikasi berpengaruh langsung ke output. Device ini mensupport dua metode defuzzifikasi, yaitu Accumulate dan Immediate. Mode immediate fungsinya sama dengan tabel, di mana nilai aksi yang menandakan ke rule pemenang selama pemasukan, diaplikasikan ke output. Immediate dipakai saat nilai output harus absolute.



Gambar 2.12 Mode Immediate Defuzzifikasi

Mode accumulate adalah untuk menaikkan atau menurunkan nilai output yang ada dengan nilai pemenang rule. Output merupakan fungsi dari aksi sekarang dengan aksi sebelumnya. Digunakan pada perubahan output yang halus saat sistem dalam kontrol yang mendekati titik operasinya. Sangat berguna juga pada pembuatan timing.



Gambar 2.13 Mode Accumulate Defuzzifikasi

2.7.9 Organisasi Memori

Tabel 2.1 Alokasi Memori NLX220

Alamat (Desimal)	(Alamat Hexadesimal)	Fungsi
0	00	Rule
223	DF	Rule
224	E0	Center
239	EF	Center
240	F0	Width
225	FF	Width

Tabel Command Byte / Alamat genap Ganjil

7	6	5	4	3	2	1	0
WF	CF	I/O cont	I/O select	type	2-7		
AF	Mode			type	1		
AF	Mode		output select	type	0		

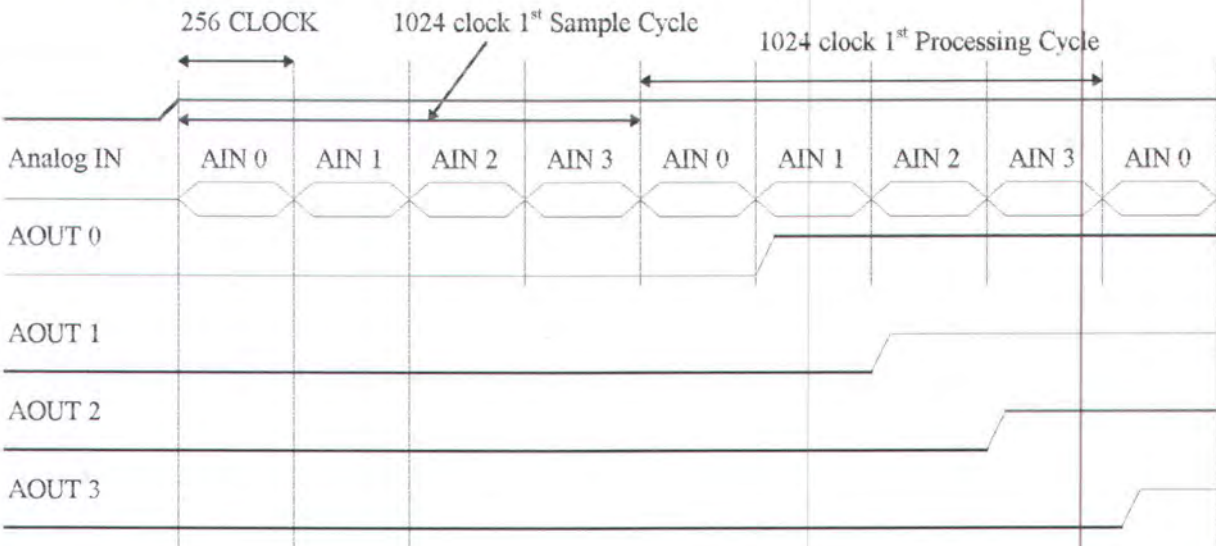
Tabel Select Byte / Alamat

7	6	5	4	3	2	1	0
center select				width select			
	I/O cont		I/O select center		I/O cont		I/O select width
ACTION							
					I/O cont		I/O select action

Type	<u>2 1 0</u> 0 0 0 Last Term of last Rule of given output 0 0 1 Last Term of Current Rule 0 1 0 MF, Symmetrical, Inclusive 0 1 1 MF, Symmetrical, Exclusive 1 0 0 MF, Left, Inclusive 1 0 1 MF, Left, Exclusive 1 1 0 MF, Right, Inclusive 1 1 1 MF, Right, Exclusive	Width Select (0 - 3) Used as address index (E0-EF) for fixed 6-bit value Width when type= 2-7 and WF= 0.
I/O Select	<u>43</u> 00 I/O port 0 as Input 01 I/O port 1 as Input 10 I/O port 2 as Input 11 I/O port 3 as Input	Center Select (4 - 7) Used as Address index (F0-FF) for fixed 8-bit CENTER value when type = 2-7 and CF = 0
I/O Control	<u>5</u> 0 Select from Inputs 1 Select from outputs	I/O Select Width <u>10</u> 00 I/O port 0 as Width (Type=2-7 and WF=1) 01 I/O port 1 as Width (Type=2-7 and WF=1) 10 I/O port 2 as Width (Type=2-7 and WF=1) 11 I/O port 3 as Width (Type=2-7 and WF=1)
		I/O Control <u>2</u> 0 Select from Inputs (Type = 2-7 and WF=1) 1 Select from outputs (Type = 2-7 and WF=1)
		I/O Select Center <u>54</u> 00 I/O port 0 as Input (type=2-7 and WF=1)

		0 Immediate, Output equals Action 1 Accumulate, Output equals current output plus two's complement Action (-128 to +127)	
AF	7	0 Select Action from select Byte (FIXED) 1 Select Action from I/O via select Byte (FLOAT)	I/O Control 6 0 Select from Inputs (Type = 2-7 and WF=1) 1 Select from outputs (Type = 2-7 and WF=1)
Output Select	4 3	00 ACTION from current RULE set to Output 0 01 ACTION from current RULE set to Output 1 10 ACTION from current RULE set to Output 2 11 ACTION from current RULE set to Output 3	ACTION (0 - 7) 8-Bit Action value to be applied to an output due to winning of Last Term of Last Rule (Type = 1) or Last Term of Last Rule of given output (Type = 0), and AF = 0 (Fixed)
CF	6	0 Select Center from memory via Select byte (FIXED) 1 Select Center from I/O via Select byte (FLOAT)	I/O Select Action 10 00 I/O port 0 as Action (type=0-1 and AF=1) 01 I/O port 1 as Action (type=0-1 and AF=1) 10 I/O port 2 as Action (type=0-1 and AF=1) 11 I/O port 3 as Action (type=0-1 and AF=1)
WF	7	0 Select Width from memory via Select byte (FIXED) 1 Select Width from I/O via Select byte (FLOAT)	I/O Control 2 0 Select from Inputs (Type = 0 - 1 and WF=1) 1 Select from outputs (Type = 0 - 1 and WF=1)

Timing Diagram





**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAB III
TEORI PENUNJANG

BAB III

TEORI PENUNJANG

3.1 Pendahuluan

Dalam Pembuatan Inkubator Penumbuh Kultur Jaringan Tanaman ini, tidak lepas dari beberapa teori yang menunjang keberhasilan baik itu yang berhubungan dengan ilmu Elektronika, Ilmu Pertanian dan Ilmu Fisika. Ada banyak hal yang harus diketahui sebelumnya sebelum merencanakan Inkubator tersebut. Khususnya pada bidang Elektronika sangat didukung oleh teori tentang Fuzzy NLX220 yang sudah dibahas pada bab sebelumnya, Minimum Sistem 8088 dan bahasa pemrogramannya, Programmable Peripheral Interface (PPI 8255), sensor-sensor, rangkaian op-amp, rangkaian driver kipas dan relay, dan banyak lagi teori penunjang yang lain. Pada bidang Pertanian, dalam hal ini harus mempelajari teori tentang Kultur Jaringan Tanaman. Sedangkan pada bidang Fisika, mempelajari tentang teori temperatur basah kering yang nantinya digunakan sebagai prinsip pengukuran besarnya kelembaban.

Dari beberapa teori yang menunjang pembuatan alat ini tidak semuanya dijelaskan pada bab, tetapi hanya beberapa yang dianggap perlu untuk dijelaskan.

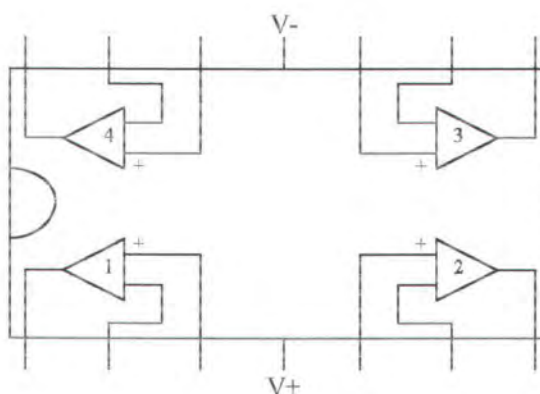
3.2 Rangkaian Op-amp

Op-amp yang digunakan adalah LM324 yang mana didalamnya terdiri dari 4 buah Op-amp. Sehingga rangkaianannya akan semakin ringkas dan padat dan op-

amp ini tidak membutuhkan rangkaian untuk offset nol. Rangkaian-rangkaian op-amp ini berfungsi untuk buffer, komparator atau penguat pada bagian-bagian input dan output dari fuzzy NLX220 atau sering disebut rangkaian superfisi.

Supply dari op-amp yang kami gunakan adalah dual supply yaitu ± 12 volt.

Gambar dalam dari IC LM324 seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Op-amp LM324 ⁴

3.3 Rangkaian ADC 0804

ADC adalah suatu rangkaian untuk merubah besaran analog menjadi besaran digital, dan dalam tugas akhir ini menggunakan ADC 0804 yang digunakan untuk proses penampilan.

Konverter A/D 0804 adalah sebuah konverter A/D 8-bit yang mudah diperentarkan (interfaced) dengan mikroprosessor 8080 atau 8085. Komponen ini menggunakan aproksimasi berturut-turut untuk mengkonversi masukan analog (0 V sampai 5 V) menjadi digital 8 bit yang ekuivalen.

⁴ NATIONAL OPERATIONAL AMPLIFIERS DATABOOK (National Semiconductor 1995), p. 1-213

ADC 0804 mempunyai pembangkit pulsa seserpih (on-chip) membutuhkan catu tegangan sebesar 5 V, dan mempunyai waktu konversi optimum sekitar 100 μ s.

3.4 Kultur Jaringan Tanaman

Menurut Soeryowinoto (1991), kultur jaringan dalam bahasa asing disebut tissue cultur, weefsel cultur atau gewebe kultur. Kultur adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Maka kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat seperti induknya.

Kultur jaringan tanaman berkembang dengan landasan teori sel yang mengatakan bahwa setiap sel merupakan unit bebas yang mampu membentuk organisme baru atau sel-sel tanaman yang mempunyai sifat totipotensi yang potensial (Thomas dan Davey, 1975). Sifat totipotensi adalah kemampuan sel atau jaringan tanaman untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman lengkap dan mampu menurunkan sifat serta mempunyai potensi yang sama dengan induknya, jika sel atau jaringan tersebut ditumbuhkan pada lingkungan yang cocok (Anonymous, 1984).

Prinsip-prinsip yang menunjang keberhasilan kultur jaringan tanaman sangat sederhana yaitu :

1. Pengisolasian suatu bagian tanaman dari tanaman sempurna, misalnya organ, jaringan atau sel tanaman.

2. Penyediaan suatu kondisi lingkungan tumbuh terhadap bagian tanaman tersebut.

Hal ini berarti harus tersedia media kultur yang sesuai dengan kondisi lingkungan tumbuh kultur yang sesuai pula.

3. Pelaksanaannya harus dilakukan secara aseptik, yaitu kultur harus bebas dari kontaminasi mikroorganisme, seperti bakteri, alga, jamur dan kontaminasi lain (Biondi dan Thorpe, 1981).

Melalui metode ini tanaman yang kompleks dapat dipecah menjadi komponen individu dasarnya. Dengan mengintegrasikan proses-proses biokimia, biologi serta fisiologi, komponen-komponen seperti protoplas, sel somatik dan generatif serta organ dapat diisolasi, dimanipulasi dan kemudian dikembalikan lagi menjadi tanaman lengkap dalam suatu lingkungan kultur yang aseptik. Berbagai faktor seperti bahan tanam atau eksplan, nutrien, hormon dan lingkungan fisik (kondisi ruang tumbuh kultur jaringan) saling berinteraksi menentukan arah pertumbuhan dan perkembangannya (Winata, L., 1984).

3.4.1 Inkubator Penumbuh Kultur Jaringan Tanaman

Inkubator penumbuh kultur jaringan tanaman adalah merupakan tempat atau suatu ruangan yang digunakan untuk menumbuhkan dari sel atau jaringan tanaman yang terkecil sampai diperoleh suatu sel tersebut tumbuh. Ruang kultur harus memiliki fasilitas penyiaran, temperatur dan sirkulasi udara yang memadai untuk menjamin pertumbuhan dan perkembangan kultur yang ditanam secara *in vitro* (di luar lingkungan tumbuhnya).

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan pengaruh lingkungan ruang kultur terhadap tahap-tahap propagasi secara *in vitro*, relatif masih belum banyak dilakukan. Meskipun demikian telah diketahui bahwa tanaman yang hidup tertutup di dalam wadah kultur, memerlukan lingkungan yang agak berbeda dengan lingkungan tanaman biasa, karena disamping adanya pengaruh dari lingkungan yang tertutup, ia memerlukan penambahan gula dan bahan nutrisi lain ke dalam media.

Meskipun seluruh kebutuhan tenaga untuk pertumbuhan plantlet/calon tanaman secara *in vitro* dapat terpenuhi (yaitu diperoleh dari gula yang terdapat dalam media kultur), untuk menghasilkan plantlet-plantlet hijau dengan daun yang relatif normal, masih tetap dibutuhkan bentuk energi yang lain, yaitu cahaya. Juga pengontrolan suhu merupakan hal yang penting bagi plantlet, seperti halnya bagi tanaman biasa.

Demikian pula mengenai kelembabannya, meskipun dalam kultur yang baru ditanamkan relatif cukup lembab, mungkin juga masih diperlukan pengontrolan kelembaban ruang kultur, yang bertujuan untuk mengurangi penguapan air dari dalam wadah-wadah kultur.

Faktor-faktor seperti perubahan suhu pada siang dan malam hari, intensitas cahaya, kualitas cahaya (keseimbangan pancaran sinar) dan periode penyinaran (panjang waktu penyinaran tiap hari) merupakan masalah pada tiap-tiap tahap dan spesies, masing-masing menuntut kebutuhan optimal yang berbeda. Meskipun demikian, dalam sebuah laboratorium yang menumbuhkan berbagai spesies dalam

berbagai tahap, hal-hal tersebut dapat diabaikan, demi alasan praktisnya pelaksanaan. Lain halnya dalam pekerjaan khusus yang menangani suatu varietas misalnya, faktor-faktor ini tentu saja harus diperhatikan.

Sebagai sumber sinar tiruan, yang banyak disukai dalam penumbuhan tanaman adalah lampu-lampu fluoresensi. Hal ini disebabkan oleh karena lampu-lampu jenis itu selain mampu memancarkan sinar yang lebih merata, juga mempunyai kemampuan mengubah energi listrik menjadi energi cahaya yang tiga kali lebih besar dibandingkan dengan lampu biasa. Bentunya juga lebih memenuhi syarat, serta panas yang ditimbulkannya relatif sangat rendah. Panas yang dihasilkan lampu fluoresensi waktu mengeluarkan sinar, lebih banyak berasal dari ballast (transformatornya) dibanding dengan lampunya sendiri. Sedang pada lampu pijar biasa, hampir 90% dari energi yang dipancarkannya berupa panas. Kekuatan penyinaran lampu fluoresensi, antara 100 sampai 400 ft-C (1000-4000 lux).

Berdasarkan pengalaman-pengalaman sebelumnya dengan tanaman yang ditumbuhkan dalam rumah kaca atau ruang-ruang dengan lingkungan terkontrol, dapat disimpulkan bahwa suatu kondisi dimana suhu yang dibuat berbeda untuk periode (masa) terang dan periode gelap, dengan membuat suhu pada periode gelap lebih rendah dari periode terang, berpengaruh baik bagi beberapa spesies.

Sebagian besar dari laporan penelitian yang telah dipublikasikan menyebutkan bahwa pemakaian suhu konstan yang baik adalah antara 20 - 28°C dan paling sering suhu 25 - 27°C.

3.4.2 Kondisi Inkubator Beberapa Kultur Jaringan Tanaman

Setiap kultur jaringan mempunyai kondisi ruang kultur yang berbeda- beda. Kondisi ruang tersebut diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan. Diantara kondisi ruang penumbuh kultur jaringan tanaman seperti diperlihatkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kondisi Ruang Beberapa Kultur Jaringan Tanaman

Jenis Jaringan Tanaman	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)	Kuat Cahaya (Lux)	Terang/Gelap (Jam)
Biji Kedelai ⁵	26 ± 2	80 - 90	1160	16 / 8
Tunas Jeruk ⁶	25	85 - 90	1000	16 / 8
Cotyledon Mangga ⁷	26	85	1650	16 / 8
Mata Tunas Mangga ⁸	25	85	825	16 / 8

3.5 Termometer Basah Kering

Udara di atmosfir merupakan campuran pelbagai gas, yaitu 80% nitrogen, 18% oksigen, dan selebihnya dioksida arang, uap air, beberapa gas lainnya dalam jumlah kecil. Massa uap air per satuan volum dinamakan kelembaban mutlak. Tekanan total yang dikerjakan oleh atmosfir sama dengan penjumlahan tekanan yang dilakukan gas-gas komponennya. Tekanan gas komponen ini disebut tekanan

⁵ JURNAL BIOTEKNOLOGI PERTANIAN (Juli 1994), p. 55

⁶ PENELITIAN HORTIKULTURA VOLUME 6 NOMOR 1 (1994), P. 3

⁷ PENELITIAN HORTIKULTURA VOLUME 6 NOMOR 2 (1994), P. 26

⁸ Ibid., p. 22

parsial. Diketahui bahwa tekanan parsial tiap komponen suatu campuran gas hampir sama besarnya sekiranya gas komponen itu sendiri menempati volum yang sama besar seperti yang ditempati oleh campuran gas tadi. Hal ini disebut hukum Dalton. Artinya perilaku tiap gas yang membentuk suatu campuran gas tidak dipengaruhi oleh gas yang lainnya dalam campuran, Tekanan parsial uap air di atmosfer biasanya sama dengan beberapa milimeter raksa.

Jelas kiranya bahwa tekanan parsial uap air pada suatu suhu tertentu udara tidak akan dapat melampaui tekanan uap air pada suhu tersebut. Jadi pada suhu 10°C , berdasarkan tabel 3.2, tekanan parsial itu tidak dapat melebihi 8,94 torr, atau tidak dapat melebihi 12,67 torr pada suhu 15°C . Bila konsentrasi uap air, atau kelembaban mutlak, demikian rupa sehingga tekanan parsial sama dengan tekanan uap, uap itu dikatakan jenuh. Kalau tekanan parsial kurang dari tekanan uap dikatakan uap itu tidak jenuh. Perbandingan tekanan parsial terhadap tekanan uap pada suhu yang sama disebut kelembaban relatif, dan biasanya dinyatakan dalam prosentase :⁹

$$\text{Kelembaban relatif (\%)} = 100 \times \frac{\text{tekanan parsial uap air}}{\text{tekanan uap pada suhu yang sama}}$$

Kelembaban relatif dikatakan 100% jika uap itu jenuh dan nol jika tidak ada uap sama sekali.

Contoh : Tekanan parsial uap air dalam atmosfer 10 torr dan suhu 20°C , maka berdasarkan tabel 3.2 tekanan uap air pada suhu 20°C adalah 17,5 torr, sehingga besarnya kelembaban relatifnya adalah :

⁹ Sears Zemansky, FISIKA UNTUK UNIVERSITAS 1 (Rosda Offset), p. 423

$$\text{Kelembaban relatif} = (10/17,5) \times 100 = 57\%$$

Karena uap air dalam atmosfer jenuh apabila tekanan parsial sama dengan tekanan uap pada suhu udara, penjenruhan dapat dihasilkan baik dengan cara menambah jumlah uap air maupun dengan menurunkan suhu. Sebagai contoh, umpama tekanan parsial uap air 10 torr ketika suhu udara 20°C, sama seperti contoh di atas. Penjenruhan atau kelembaban relatif 100% dapat diperoleh baik dengan jalan menambah uap air (suhu dibuat konstan) untuk menaikkan tekanan parsial menjadi 17,5 torr, maupun dengan menurunkan suhu sampai 11,4°C, di mana tekanan uap dengan interpolasi berdasarkan tabel 3.2 adalah 10 torr.

Jika suhu hendak diturunkan sampai di bawah 11,4°C, tekanan uap harus lebih rendah dari 10 torr. Maka tekanan parsial akan lebih tinggi dari pada tekanan uap dan uap akan cukup banyak mengembun untuk menurunkan tekanan parsial menjadi tekanan uap pada suhu yang lebih rendah itu. Proses inilah yang menyebabkan awan, kabut, dan hujan terbentuk. Fenomena seperti ini juga sering terjadi malam hari ketika permukaan bumi menjadi dingin akibat radiasi.

Dari teori inilah yang mendasari pemakaian termometer basah kering untuk menentukan besarnya kelembaban. Penambahan kelembaban dilakukan dengan kondisi temperatur konstan dan menambahkan uap air pada inkubator. Pada termometer basah kering ini besarnya tekanan parsial uap air diperoleh dari tekanan uap air pada temperatur basah yang nantinya dibandingkan dengan tekanan uap air pada temperatur kering untuk menentukan kelembabannya. Tabel dari tekanan uap air seperti terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tekanan Uap air ¹⁰

Temperatur (°C)	Tekanan uap (torr)	Tekanan uap (lb in ⁻²)
0	4,58	0,0886
5	6,51	0,126
10	8,94	0,173
15	12,67	0,245
20	17,5	0,339
25	26,9	0,52175
30	36,3	0,7045
35	45,7	0,88725
40	55,1	1,07
60	149	2,89
80	355	6,87
100	760	14,7
120	1490	28,8

¹⁰ Ibid., p. 419



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAB IV
PERENCANAAN PERANGKAT KERAS

BAB IV

PERENCANAAN PERANGKAT KERAS

Dalam membuat sistem ini membutuhkan 2 macam perencanaan yaitu perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk perencanaan perangkat lunak akan dibahas pada bab berikutnya.

Adapun sistematika dari perangkat keras adalah sebagai berikut :

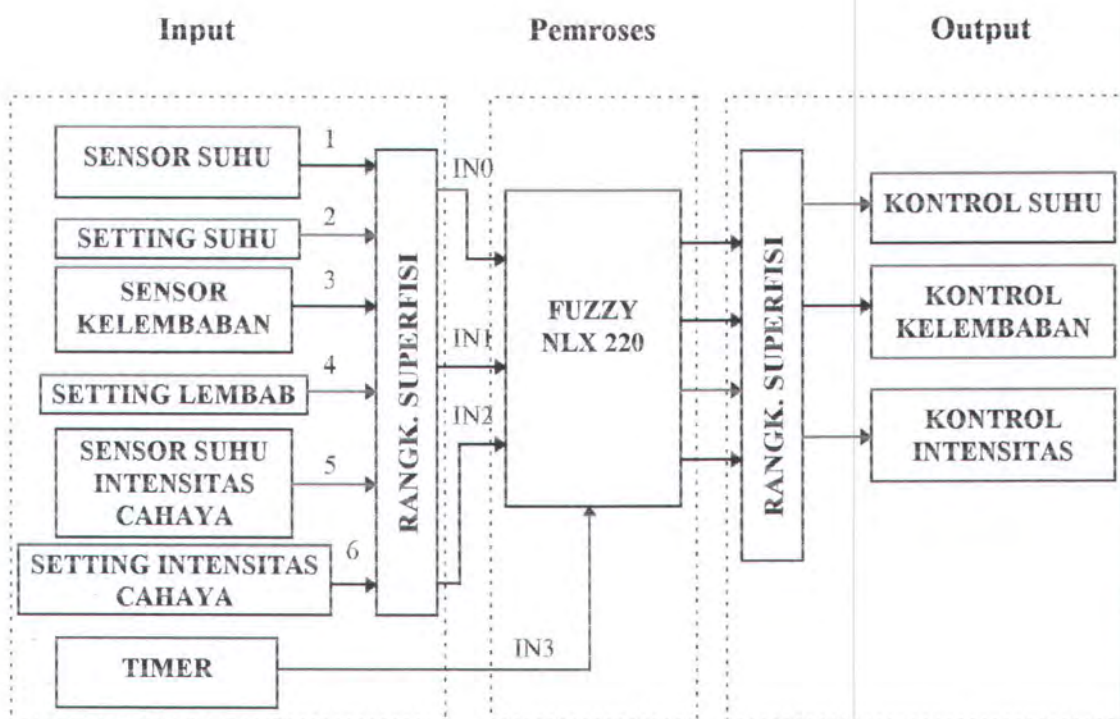
1. Merancang blok diagram dari keseluruhan sistem utama
2. Merancang blok diagram dari sistem display
3. Merancang rangkaian elektronik untuk blok sistem utama dan display.

4.1 Perencanaan Sistem Utama

Pada rangkaian sistem utama ini terdiri dari bagian input, bagian pemroses dan bagian output. Adapun blok diagram dari sistem utama ini seperti terlihat pada gambar 4.1.

4.1.1 Bagian Pemroses

Dalam perencanaan sistem ini menggunakan atau menggunakan komponen utama logika fuzzy NLX220. Sehingga sebelum merencanakan bagian input dan output-nya terlebih dahulu harus mengetahui spesifikasi dari logika fuzzy NLX220 tersebut.



Gambar 4.1 Blok Diagram Sistem Utama

Fuzzy NLX220 terdiri dari 4 input analog yang bisa dihubungkan dengan sistem lain dan 4 output analog. Logika fuzzy ini tidak bisa bekerja sendiri, tetapi harus ditambah komponen Eprom yang sesuai yaitu PIC16C54 yang digunakan untuk menyimpan program-program yang direncanakan untuk sistem tersebut dan diisikan melalui eprom writer. Sedangkan untuk membuat programnya terlebih dahulu harus mengetahui besarnya sinyal analog yang akan diinputkan, dimana nantinya digunakan untuk menentukan proses pengolahan datanya. Sedangkan batas kemampuan nilai input dan output-nya adalah 0 sampai 5 volt.

4.1.2 Bagian Input

Bagian input ini terdiri dari sensor-sensor, rangkaian setting dan penguat.

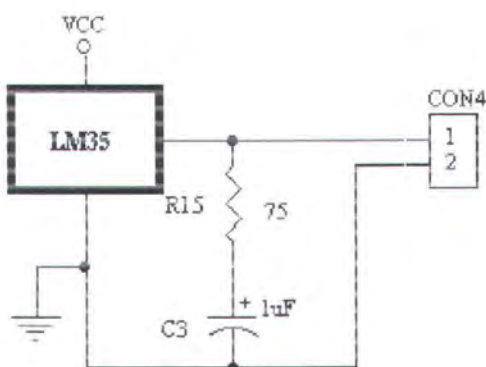
Sedangkan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk bagian input antara lain :

- Besarnya temperatur ruangan yang diperoleh dengan menggunakan sensor temperatur LM35
- Besarnya setting temperatur yang diperoleh dari rangkaian setting
- Besarnya kelembaban inkubator yang diperoleh dengan menggunakan 2 sensor temperatur LM35
- Besarnya setting kelembaban yang diperoleh dari rangkaian setting
- Besarnya kuat cahaya inkubator yang diperoleh dengan menggunakan sensor LDR
- Besarnya setting kuat cahaya yang diperoleh dari rangkaian setting
- Rangkaian Timer 24 jam

Karena banyaknya input logika fuzzy NLX220 adalah 4, maka untuk memenuhi semua parameter tersebut, maka dirancang suatu rangkaian superfisi yang bisa menghasilkan 4 keluaran. Dimana antara temperatur inkubator dan setting-nya disuperfisi, kelembaban inkubator dan setting-nya disuperfisi, kuat cahaya inkubator dan setting-nya disuperfisi dan rangkaian tiemer langsung diinputkan.

4.1.2.1 Input Temperatur dan Setting-nya

Untuk sensor temperautr menggunakan LM35 dan rangkaian sensor temperatur seperti gambar dibawah ini :



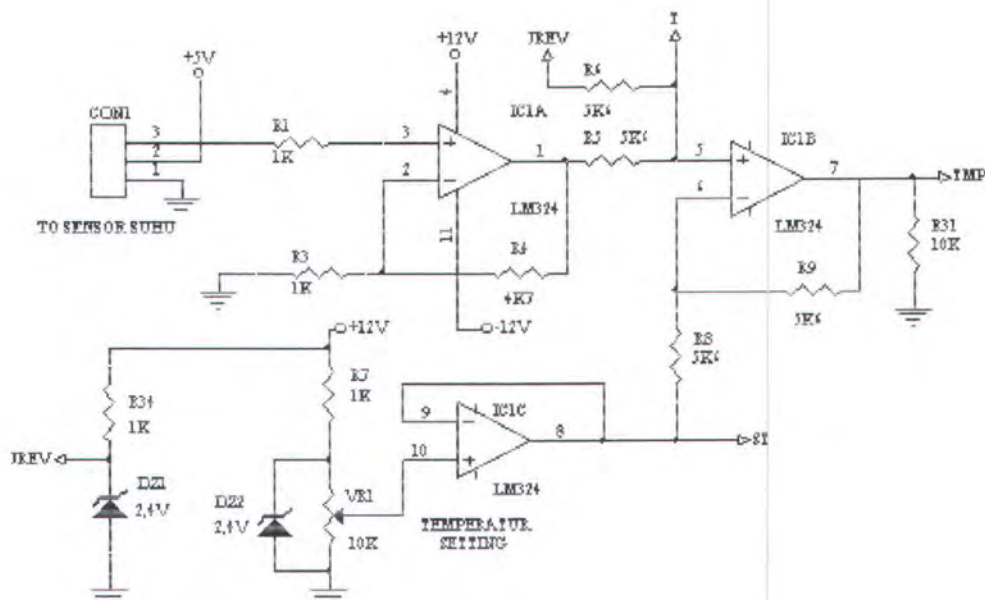
Gambar 4.2 Rangkaian sensor temperatur

Kemampuan dari LM35 bisa sampai 150°C, tetapi range temperatur yang dibutuhkan atau yang direncanakan antara 0°C sampai dengan 40°C. Besarnya output rangkaian sensor ini 0 sampai 1,5 volt dengan perubahan 10 mV setiap 1°C, sehingga range output yang diperlukan adalah 0 volt untuk 0°C, 0,15 volt yang mewakili 15°C sampai 0,4 volt yang mewakili 40°C.

Seperi yang telah diketahui bahwa range input fuzzy adalah 0 sampai 5 volt, maka dirancang suatu rangkaian input temperatur dengan range yang dibutuhkan agar bisa terespon oleh rangkaian fuzzy tersebut.dengan baik. Rangkaian input temperatur tersebut seperti terlihat pada gambar 4.3.

Dalam rangkaian input ini menggunakan IC LM324 sebaga penguat dan penyangganya. LM324 ini tidak membutuhkan rangkaian offset nol, sehingga

disainnya lebih ringkas dan faktor ketelitiannya cukup baik, sehingga sesuai dengan apa yang dibutuhkan.



Gambar 4.3 Rangkaian Input Temperatur

Sebelum menentukan besarnya penguatan, ada pertimbangan tersendiri untuk perencanaannya. Dibutuhkan tiga kondisi untuk masukan ke rangkaian logika fuzzy yaitu negatif, nol dan positif, sehingga dari range 0 sampai 5 volt di bagi 3 bagian yaitu 2,4 volt sebagai nol, 0 sampai 2,4 volt sebagai negatif dan 2,4 sampai 5 volt sebagai positif. Sedangkan untuk besarnya nilai setting antara 0 sampai 2,4 volt.

Perhitungan untuk Op-amp 1a adalah :

$$V_{1a} = \left(\frac{R_4}{R_3} + 1 \right) V_{in}$$

Sehingga untuk $V_{in} = 0,15$ dan $0,4$ volt adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{1a} &= \left(\frac{4,7 \text{ K}}{1 \text{ K}} + 1 \right) 0,15 \text{ volt} & V_{1a} &= \left(\frac{4,7 \text{ K}}{1 \text{ K}} + 1 \right) 0,4 \text{ volt} \\ &= 0,855 \text{ volt} & &= 2,28 \text{ volt} \end{aligned}$$

Untuk rangkaian Op-amp 1c merupakan rangkaian voltage follower dengan input pembagi tegangan antara 0 sampai $2,4$ volt yang digunakan untuk memberikan nilai setting temperatur. Sehingga output dari rangkaian Op-amp ini sama dengan besarnya sinyal input-nya yaitu :

$$V_{1c} = V_{set}$$

Besarnya nilai minimal keluaran dari rangkaian input temperatur ini diperoleh jika selisih antara V_{1a} dan V_{1c} sebesar $(-2,4)$ volt yaitu :

$$\begin{aligned} V_{out} &= (V_{1a} - V_{1c}) + V_{ref} & \text{dimana } V_{ref} &= 2,4 \text{ volt} \\ &= (-2,4) + 2,4 \text{ volt} \\ &= 0 \text{ volt} \end{aligned}$$

Besarnya nilai maksimum keluaran dari rangkaian input temperatur ini diperoleh jika selisih antara V_{1a} dan V_{1c} lebih besar atau sama dengan $2,4$ volt yaitu :

$$\begin{aligned} V_{out} &= (V_{1a} - V_{1c}) + V_{ref} & \text{dimana } V_{ref} &= 2,4 \text{ volt} \\ &= (2,4) + 2,4 \text{ volt} \\ &= 4,8 \text{ volt} \end{aligned}$$

Sedangkan besarnya nilai tengah keluaran dalam hal ini diasumsikan 0 terjadi jika selisih V_{1a} dan V_{1c} adalah 0 , yaitu :

$$\begin{aligned} V_{out} &= (V_{1a} - V_{1c}) + V_{ref} && \text{dimana } V_{ref} = 2,4 \text{ volt} \\ &= (0) + 2,4 \text{ volt} \\ &= 2,4 \text{ volt} \end{aligned}$$

Sehingga data-data besarnya keluaran dari rangkaian input temperatur yang akan diumpankan ke rangkaian fuzzy adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Nilai Output Rangkaian Temperatur

Temperatur	Output (volt)	Output (volt)
	setting = 2,4 V	setting = 0
0°C	0	2,4
5°C	0,285	2,685
15°C	0,855	3,255
20°C	1,14	3,54
25°C	1,425	3,825
30°C	1,71	4,11
35°C	1,995	4,395
40°C	2,28	4,68

4.1.2.2 Input Kelembaban dan Setting-nya

Untuk mendeteksi besarnya kelembaban inkubator dengan menerapkan teori temperatur basah kering. Dimana sensor yang digunakan adalah sensor temperatur yaitu LM35 sebanyak 2 buah. Sensor 1 diletakkan ditempat yang basah

pada pada ruangan atau inkubator tersebut dan sensor yang lain diletakkan di tempat yang kering dan berdekatan dengan sensor basahnya.

Sedangkan untuk besar kelembabannya merupakan selisih antara temperatur kering dan basah tersebut dengan memperhitungkan besarnya tekanan uap temperatur tersebut.

Misalnya diperoleh data dari temperatur basah 20°C dan temperatur kering 25°C, maka besarnya kelembaban relatifnya adalah :

- Pada temperatur 20°C diperoleh tekanan uap 17,5 torr (dari tabel)
- Pada temperatur 25°C diperoleh tekanan uap 26,9 torr (dari tabel)

maka :

$$\begin{aligned}\text{Kelembaban relatifnya} &= \frac{17,5 \text{ torr}}{26,9 \text{ torr}} \times 100 \% \\ &= 65 \%\end{aligned}$$

Untuk rangkaian sensor temperatur basah dan kering sama dengan pada rangkaian yang digunakan untuk sensor temperatur di atas. Untuk rangkaian input kelembaban seperti terlihat pada gambar 4.4.

Rangkaian op-amp 2a digunakan untuk mencari selisih antara temperatur kering dan basah, dimana besarnya keluaran dari op-amp 2a ini adalah :

$$V_{2a} = V_{\text{kering}} - V_{\text{basah}}$$

Kemudian besarnya V_{2a} ini dikuatkan lagi dengan rangkaian penguat op-amp 2b untuk memperoleh besar yang diinginkan. Besarnya rangkaian penguat

pada op-amp 2b diperoleh :

$$V_{2b} = \left(\frac{R_{16}}{R_{15}} + 1 \right) V_{2a}$$

sampai 2,4 volt. Sehingga besarnya input op-amp tersebut sama dengan output-nya yaitu :

$$V_{2c} = V_{set}$$

Sehingga output untuk rangkaian kelembaban ini adalah

$$V_{out} = (V_{2b} - V_{2c}) + 2,4 \text{ volt}$$

Besarnya nilai maksimum dari rangkaian ini 4,8 volt dan minimalnya 0 dengan selisih antara temperatur kering dan basah maksimal 10°C.

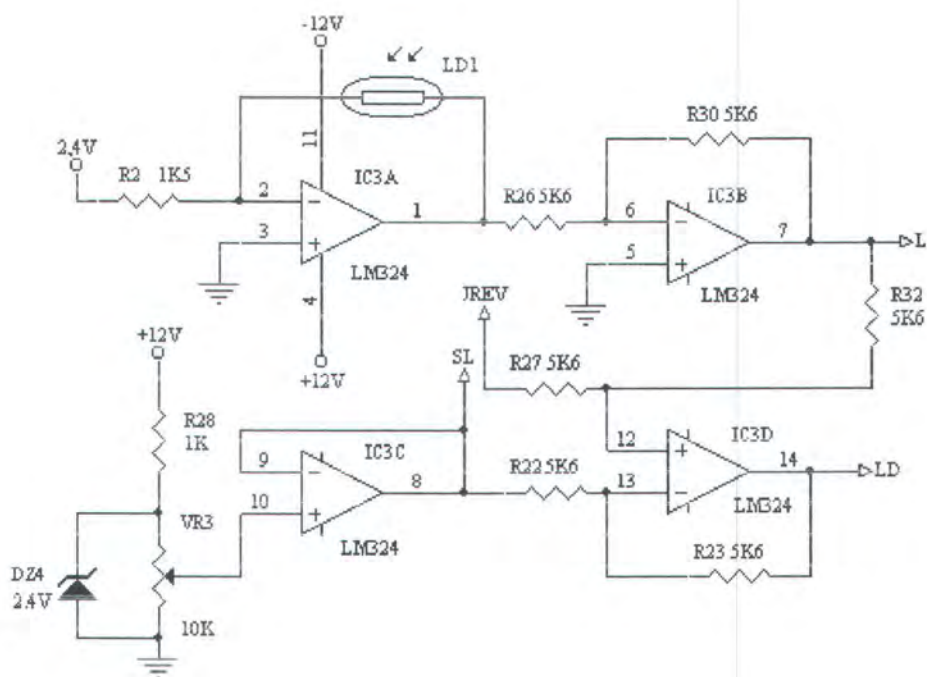
Data-data output rangkaian kelembaban yang akan diumpankan pada rangkaian logika fuzzy seperti terlihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Nilai Output Rangkaian Kelembaban

$(T_{kering} - T_{basah})$ (°C)	Output (volt) setting = 2,4 V	Output (volt) setting = 0
0	0	2,4
1	0,23	2,63
2	0,46	2,86
4	0,92	3,32
6	1,38	3,78
8	1,84	4,24
10	2,3	4,7
10,5	2,415	4,815

4.1.2.3 Input Kuat Cahaya dan Setting-nya

Sensor yang digunakan untuk mengetahui besarnya kuat cahaya adalah LDR (Light Dependent Resistor), dimana semakin besar kuat cahayanya semakin kecil resistansi LDR tersebut dan sebaliknya. Rangkaian dari input kuat cahaya seperti terlihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian Input Kuat Cahaya

Pada rangkaian ini sama juga dengan rangkaian temperatur dan kelembaban, yaitu membandingkan nilai sensor dan settingnya. Sedangkan untuk sensor LDR-nya diletakkan pada feedback-nya, hal ini dimaksudkan agar diperoleh nilai output penguatan yang linier terhadap perubahan besarnya resistansi yang dihasilkan oleh LDR tersebut.

Besarnya nilai output dari op-amp tersebut adalah :

$$V_{1a} = -\frac{LD1}{R2} \cdot 2,4$$

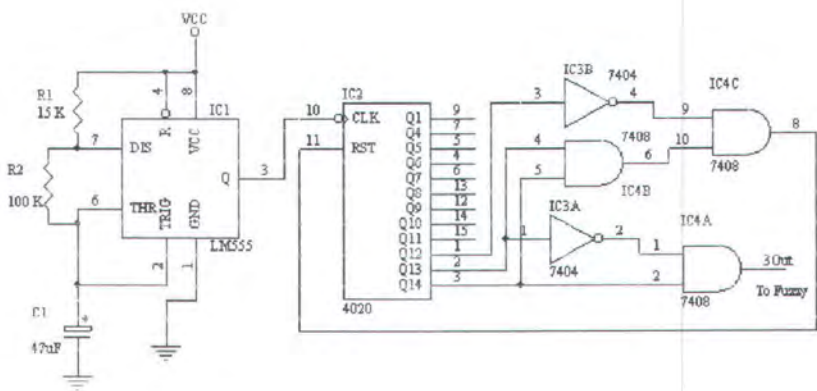
Adapun untuk perhitungan secara keseluruhan dari rangkaian kuat cahaya ini sama seperti pada perhitungan rangkaian sebelumnya.

Untuk pengaturan cahaya inkubator dengan menggunakan 3 lampu TL dan pengaturan kuat cahaya yang dibutuhkan dengan mengatur jumlah lampu TL yang nyala. Dan disamping itu lampu TL mengandung sinar ultra violet yang cukup dibutuhkan oleh kultur jaringan tanaman.

4.1.2.4 Rangkaian Input Timer

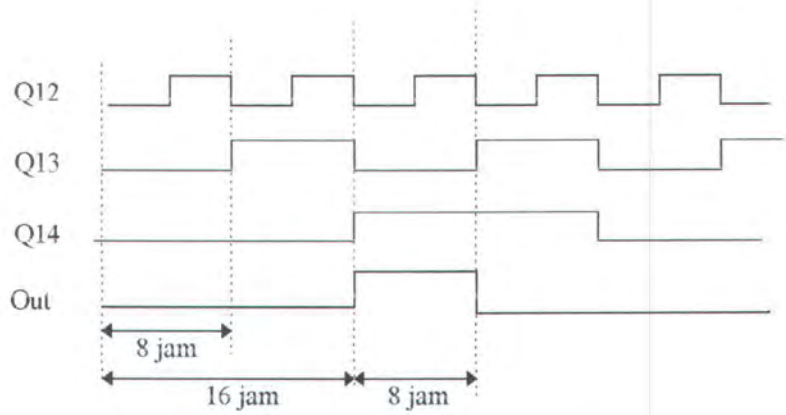
Pada rangkaian input timer ini dibutuhkan suatu kondisi yang bisa bekerja selama 16 jam hidup (level low) dan 8 jam mati (level high). Karena kondisi ini menentukan lamanya penyinaran cahaya yang dibutuhkan oleh kultur jaringan yaitu 16 jam terang dan 8 jam gelap sampai proses penumbuhan sel tersebut terjadi. Kondisi ini terulang lagi setelah 24 jam, sehingga dibutuhkan suatu clock dengan siklus kerja 8/24 dengan periode (T) 24 jam.

Untuk membuat rangkaian clock ini menerapkan atau mengaplikasikan rangkaian IC555 dengan rangkaian counter IC 4020 yang mampu membagi sampai 16384 (Q1, Q4 - Q14). Rangkaian clock dari input timer seperti terlihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian clock Input Timer

Perhitungan untuk memperoleh clock 24 jam dengan siklus kerja 8/24 adalah :



Gambar 4.7 Timing Diagram

Dalam perencanaan ini menggunakan pembagi 8192 dan pembagi 16384 yaitu keluaran dari Q13 dan Q14.

Periode (T) pada keluaran Q14 kami rencanakan 32 jam, sehingga T pada keluaran Q13 sebesar 16 jam. Adapun keluaran yang diinginkan dari kombinasi kedua pin tersebut adalah seperti ditunjukkan pada tabel kebenaran sebagai berikut :

Tabel 4.3 Tabel Kebenaran Input Timer

Q14	Q13	Out
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Sehingga untuk memperoleh Output yang diinginkan tersebut, maka Q14 di AND dengan NOT Q13, dan rangkaiannya seperti terlihat pada gambar 4.6.

Besar clock dari IC555 yang diumpankan ke IC 4020 adalah :

$$32 \text{ jam} / 16384 = 7,03125 \text{ detik}$$

Sehingga perencanaan untuk menentukan besarnya nilai R1, R2 dan C1 pada rangkaian clock IC555 adalah :

Kami tentukan besarnya nilai C1 = 47uF dan R2 = 100 Kohm, sehingga :

$$t_{low} = 0,695 (47uF) (100K) = 3,2665 \text{ detik}$$

$$t_{high} = 0,695 (47uF) (100K + R1)$$

$$t_{high} = 7,03125 - 3,2665 = 3,76475 \text{ detik}$$

Sehingga besarnya R1 adalah 15,25 Kohm \approx 15 Kohm.

4.1.3 Bagian Output

Keluaran dari rangkaian logika fuzzy merupakan sinyal analog yang besarnya 0 sampai 5 volt. Keluaran dari rangkaian logika fuzzy tersebut nantinya akan dipakai untuk mengontrol perubahan temperatur, kelembaban dan kuat cahayanya.

4.1.3.1 Rangkaian Output Kontrol Temperatur

Untuk pengaturan perubahan temperatur inkubator digunakan kipas atau motor DC yang akan menghembuskan udara dingin dan panas. Sehingga untuk mengatur temperatur ini dibutuhkan minimal dua buah kipas yang masing-masing untuk suhu dingin dan panas. Sedangkan untuk pengaturan besar kecilnya perubahan suhu dilakukan dengan pengaturan kecepatan kipasnya.

Rangkaian dari output kontrol temperatur ini terdiri dari op-amp LM324 dan beberapa transistor yang digunakan sebagai driver kipas. Rangkaian ini dapat dilihat pada gambar 4.8.

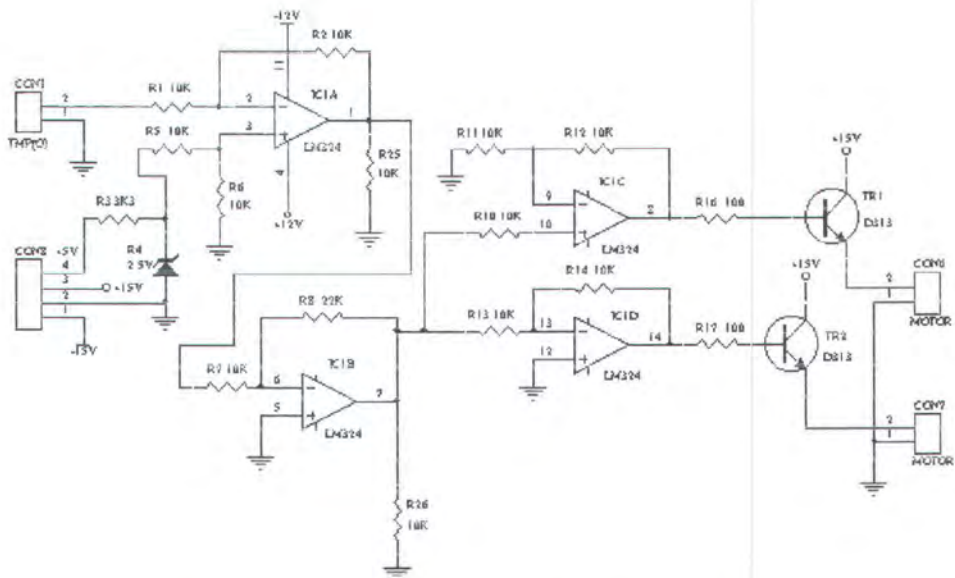
Dari gambar 4.8 tersebut terlihat bahwa besarnya $V_{ref} = (1/2) \times 5 \text{ volt} = 2,5 \text{ volt}$, sehingga besarnya keluaran dari op-amp 1a adalah :

$$\begin{aligned} V_{1a} &= - \left(\frac{R_2}{R_1} \right) V_{in} + \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \left(\frac{R_6}{R_5 + R_6} \right) V_{ref} \\ &= - \left(\frac{10 \text{ K}}{10 \text{ K}} \right) V_{in} + \left(\frac{10 \text{ K}}{10 \text{ K}} + 1 \right) \frac{10 \text{ K}}{10 \text{ K} + 10 \text{ K}} V_{ref} \\ &= - V_{in} + V_{ref} \end{aligned}$$

Untuk penguatan pada op-amp 1B adalah :

$$\begin{aligned} V_{1b} &= - \left(\frac{R_8}{R_7} \right) V_{1a} = - \left(\frac{22 \text{ K}}{10 \text{ K}} \right) V_{1a} \\ &= - 2,2 V_{1a} \end{aligned}$$

Sehingga $V_{1b} = - 2,2 (-V_{in} + V_{ref}) = 2,2 (V_{in} - V_{ref})$



Gambar 4.8 Rangkaian Output Kontrol Temperatur

Besarnya keluaran pada op-amp 1c adalah :

$$\begin{aligned} V_{1c} &= \left(\frac{R_{12}}{R_{11}} + 1 \right) V_{1b} = \left(\frac{10 \text{ K}}{10 \text{ K}} + 1 \right) V_{1b} \\ &= 2 V_{1b} \end{aligned}$$

Sehingga besarnya $V_{1b} = 2 (2,2) (V_{in} - V_{ref}) = 4,4 (V_{in} - V_{ref})$

Dari hasil perhitungan ini terlihat bahwa besarnya V_{1c} akan bernilai negatif jika V_{in} lebih kecil dari V_{ref} ($V_{ref} = 2,5$ volt) dan bernilai positif jika lebih besar dari V_{ref} . Dibutuhkan bahwa kipas I akan bekerja jika V_{in} lebih besar dari 2,5 volt dan dibutuhkan arus yang cukup, maka diperlukan rangkaian driver berupa rangkaian transistor. Dimana keluaran dari transistor besarnya sama dengan $V_{1c} - 0,6$ volt atau mendekati V_{1c} yaitu $4,4 (V_{in} - V_{ref})$.

Hal ini juga berlaku untuk op-amp 1d, hanya saja pada op-amp 1d dibutuhkan kipas bekerja jika V_{in} kurang dari 2,5 volt, sehingga diperlukan rangkaian penguat inverting dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{1d} &= - \left(\frac{R_{14}}{R_{13}} \right) V_{1b} = - \left(\frac{20 \text{ K}}{10 \text{ K}} \right) V_{1b} \\
 &= - 2 V_{1b} \\
 &= - 2 (2,2) (V_{in} - V_{ref}) \\
 &= 4,4 (V_{ref} - V_{in})
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan ini, maka kipas akan bekerja jika V_{in} lebih kecil dari 2,5 volt.

4.1.3.2 Rangkaian Output Kontrol Kelembaban

Untuk pengaturan perubahan kelembaban dilakukan dengan penambahan uap air dan panas. Sehingga dibutuhkan semprotan air dan penghembusan udara panas (kering). Dalam rangkaian ini perlu adanya driver dan relay yang digunakan untuk mengaktifkan semprotan air dan kipas udara tersebut. Rangkaian dari output kontrol kelembaban seperti terlihat pada gambar 4.9.

Pada rangkaian ini dibutuhkan juga op-amp 324 sebagai komparator dan penguat inverting. Sedangkan transistor yang dibutuhkan adalah bertipe NPN yang digunakan untuk driver semprotan uap air dan PNP yang digunakan untuk kipas udara panas.

Adapun perhitungan untuk rangkaian driver relay adalah sebagai berikut :

Dari data sheet LM324 diketahui bahwa, output current source = 40 mA dan output current sink = 20 mA

Sedangkan arus yang melewati relay adalah :

$$I_{\text{relay}} = I_c = (12 \text{ V} / 400 \text{ Ohm}) = 0,03 \text{ A} = 30\text{mA} ; 400 \text{ Ohm resistansi relay}$$

Kemudian besarnya I_c tersebut dikompensasi menjadi tiga kalinya untuk menentukan jenis transistor yang dipakai, yaitu jenis transistor yang minimal mempunyai arus kolektor 90mA ($3 \times 0,03\text{A}$). Dalam hal ini menggunakan transistor NPN 2SC2001 dan PNP 2SA773.

Dari data sheet diketahui bahwa :

NPN 2SC2001	PNP 2SA773
$I_c \text{ max} = 700\text{mA}$	$I_c \text{ max} = 1 \text{ A}$
$h_{fe} = 200$	$h_{fe} = 200$

Sehingga kedua transistor tersebut memenuhi untuk perencanaan tersebut apabila :

$$I_c = 90\text{mA}, \text{ maka } I_b = (90\text{mA}/h_{fe}) = 0,45 \text{ mA} , \text{ maka :}$$

- Untuk transistor NPN dengan $I_b = 0,45\text{mA}$ jauh lebih kecil dari output current source-nya yaitu : 40 mA ($0,45\text{mA} \ll 40 \text{ mA}$).
- Untuk transistor PNP maka dengan $I_b = 0,45 \text{ mA}$ nilainya juga jauh lebih kecil dari output current sink-nya yaitu 30 mA ($0,45 \text{ mA} \ll 20 \text{ mA}$).

Sehingga dari perhitungan ini, maka op-amp LM324 mampu untuk mendrive rangkaian relay tersebut. Sedangkan untuk menentukan besarnya resistor pembatas arus-nya (R_{28} dan R_{29}) adalah :

misal : $V_{\text{out op-amp (max)}} = 2,5 \text{ volt}$ maka :

$$R_{28} = (25-0,6)/I_b = 1,9/0,45\text{mA} = 4\text{K}2$$

Dalam hal ini kita bisa memakai $R_{28} = R_{29} = 4\text{K}2$

Apabila rangkaian driver relay dianalisa, maka terlihat bahwa kedua transistor tersebut tidak akan bekerja bersama (untuk TR3 ON dan TR4 OFF atau sebaliknya), sehingga op-amp hanya men-drive satu driver relay saja.

Untuk rangkaian driver TR3, akan bekerja (ON), jika :

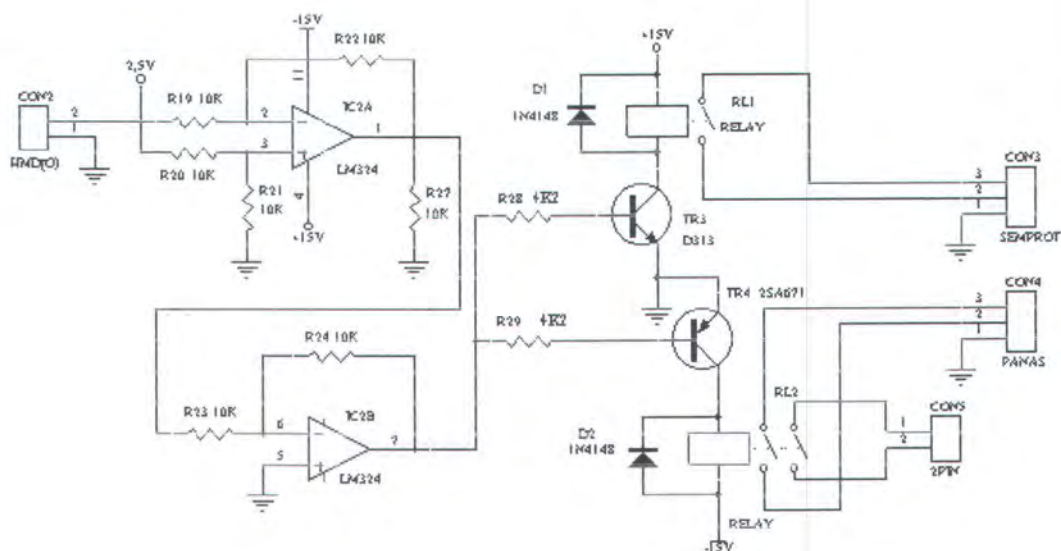
$$V_{out}(IC2B) \geq 0,6 + 0,45m \cdot 4K2 \text{ volt}$$

$$V_{out}(IC2B) \geq 2,49 \text{ volt}$$

Untuk rangkaian driver TR4 akan bekerja (ON) jika :

$$V_{out}(IC2B) \leq -0,6 - 0,45 \cdot 4K2 \text{ volt}$$

$$V_{out}(IC2B) \leq -2,49 \text{ volt}$$



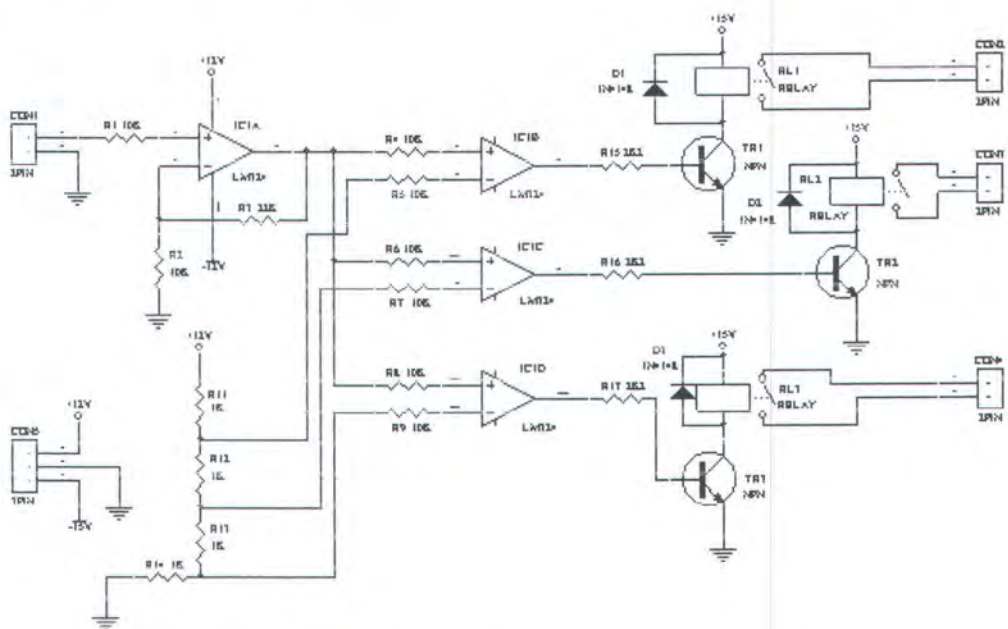
Gambar 4.9 Rangkaian Output Kontrol Kelembaban

4.1.3.3 Rangkaian Output Kontrol Kuat Cahaya

Untuk pengaturan besarnya kuat cahaya dibutuhkan suatu sumber cahaya, dalam hal ini memanfaatkan lampu TL sebanyak 3 buah. Lampu TL ini

menghasilkan sinar ultraviolet yang dibutuhkan oleh penumbuhan kultur jaringan tanaman dan panas yang ditimbulkan cukup kecil berbeda dengan lampu-lampu yang lain seperti lampu bulb. Jumlah lampu yang nyala diatur sesuai dengan kuat cahaya yang dibutuhkan.

Dalam rangkaian tersebut dibutuhkan transistor dan relay untuk men-switch lampu neon tersebut dan op-amp LM324 sebagai penguat dan komparator. Rangkaian output pengaturan kuat cahaya ini seperti terlihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rangkaian Output Kontrol Kuat Cahaya

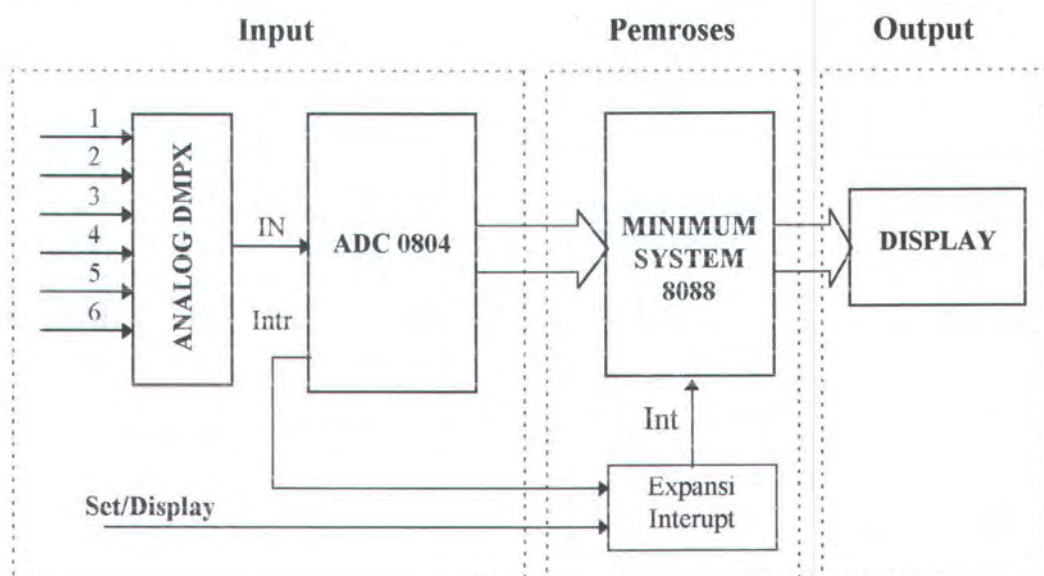
Pada rangkaian tersebut terlihat ada pembagian tegangan pada resistor R10, R11, R12, R13 dan R14 yang digunakan untuk tegangan referensi dari ketiga op-amp. Hal ini dimaksudkan karena kondisi kerja dari ketiga op-amp berbeda-beda.

- Untuk op-amp 1d besarnya $V_{ref} = (1/4) 12 = 3$ volt berarti output op-amp tersebut akan saturasi positif jika V_{in} lebih besar dari 3 volt.

- Untuk op-amp 1c besarnya $V_{ref} = (2/4) 12 = 6$ volt berarti output op-amp tersebut akan saturasi positif jika V_{in} lebih besar dari 6 volt.
- Untuk op-amp 1b besarnya $V_{ref} = (3/4) 12 = 9$ volt berarti output op-amp tersebut akan saturasi positif jika V_{in} lebih besar dari 9 volt.

4.2 Perencanaan Sistem Display

Pada rangkaian sistem display ini juga dibagi dalam tiga bagian yaitu bagian input, pemroses dan output. Blok diagram dari sistem display seperti terlihat pada gambar 4.11.



(b)

Gambar 4.11 Blok Diagram Sistem Display

4.2.1 Bagian Pemroses

Pada perencanaan rangkaian display ini bagian pemroses menggunakan minimum sistem prosesor 8088 dan interrupt card. Sehingga untuk pengolahan data tampilannya menggunakan bahasa assembly 8088 dan nantinya program yang direncanakan diisikan melalui eprom 2764 (8 Kbyte).

4.2.1.1 Minimum Sistem 8088

Hardware dari minimum sistem terdiri dari :

- Central Processing Unit (CPU)

Didalam CPU ini sudah termasuk uP 8088, dan decoder untuk menghasilkan sinyal kontrol dan clock generator.

- Memory

Berisi sebuah RAM 6116 (2kbyte), dan sebuah EPROM 2764 beserta sistem decoding-nya.

- Paralel Interface

Paralel Interface dari minimum sistem ini berisi Programable Peripheral Interface (PPI) 8255 beserta sistem decoding-nya, yang mempunyai 3 port, yaitu Port A, Port B, dan PortC.

Sedangkan untuk ekspansi paralel interface telah disediakan slot 62 pin yang dihubungkan dengan CPU, dan Header 26 pin yang dihubungkan dengan paralel interface PPI 8255 tersebut. Sehingga card interrupt dipasang pada slot 62 pin

4.2.2 Bagian Input

Masukan dari rangkaian input display berasal dari rangkaian bagian input sistim utama yang terdiri dari besarnya temperatur, kelembaban, kuat cahaya dan masing-masing setting-nya. Rangkaian bagian input display ini terdiri dari komponen MC14051 sebagai demultiplexer, CA3140 (op-amp) sebagai driver, dan ADC0804 untuk konversi dari sinyal analog ke sinyal digital.

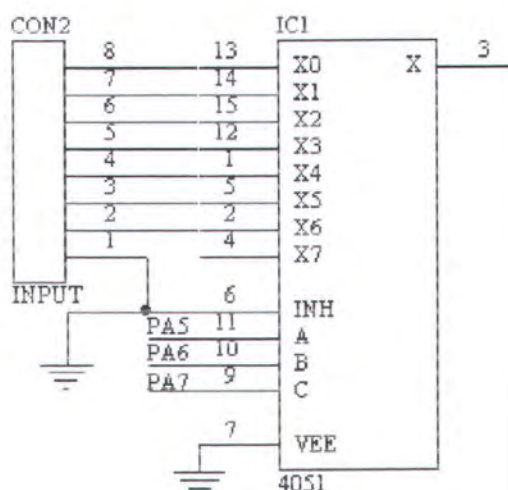
4.2.2.1 Demultiplexer MC14051

Sinyal yang akan diinputkan pada ADC0804 sebanyak 6 macam, sedangkan input dari ADC hanya satu sehingga dibutuhkan demultiplexer agar semuanya bisa terbaca oleh ADC tersebut. MC14051 terdiri atas delapan saklar analog, yang masing-masing dengan satu sisi dihubungkan ke input $X_0 \dots X_7$ dan sisi yang lain dihubungkan jadi satu ke output X. Sedangkan untuk menyeleksi input mana yang bekerja melalui pin kontrol input A, B dan C. Tabel kebenaran dari MC14051 ini seperti terlihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel Kebenaran MC14051

C	B	A	OUT (X)
0	0	0	X_0
0	0	1	X_1
0	1	0	X_2
0	1	1	X_3
1	0	0	X_4
1	0	1	X_5
1	1	0	X_6
1	1	1	X_7

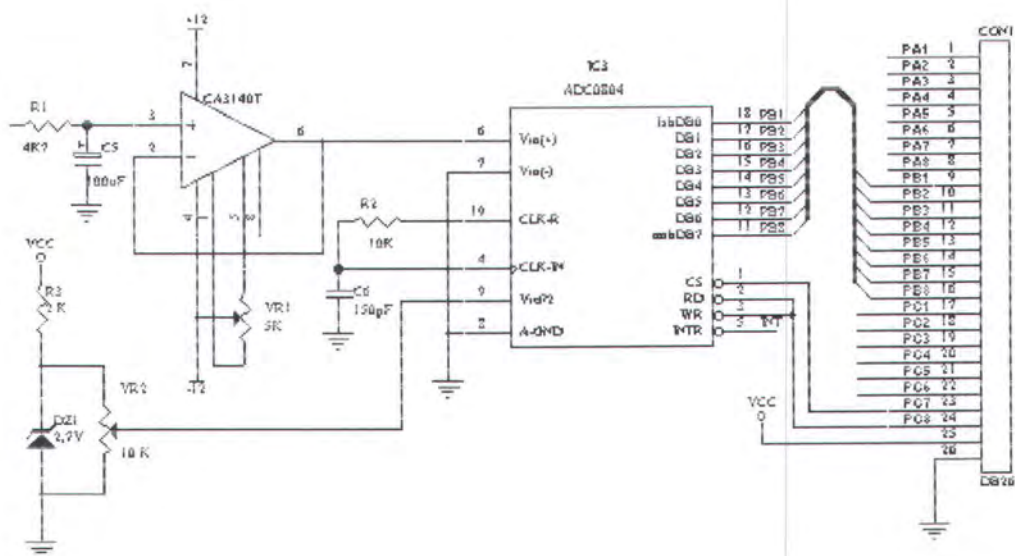
Gambar rangkaian dari demultiplexer MC14051 seperti terlihat pada gambar 4.13 di bawah ini :



Gambar 4.13 Rangkaian Demultiplexer MC14051

4.2.2.2 Konversi Analog ke Digital ADC0804

Sinyal-sinyal input yang akan diolah oleh rangkaian pemroses display harus berupa sinyal-sinyal digital, sehingga perlu adanya untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. ADC0804 merupakan ADC 8 bit yang akan mengonversikan sinyal analog menjadi sinyal digital tersebut. Rangkaian konversi ADC0804 seperti terlihat pada gambar 4.14.



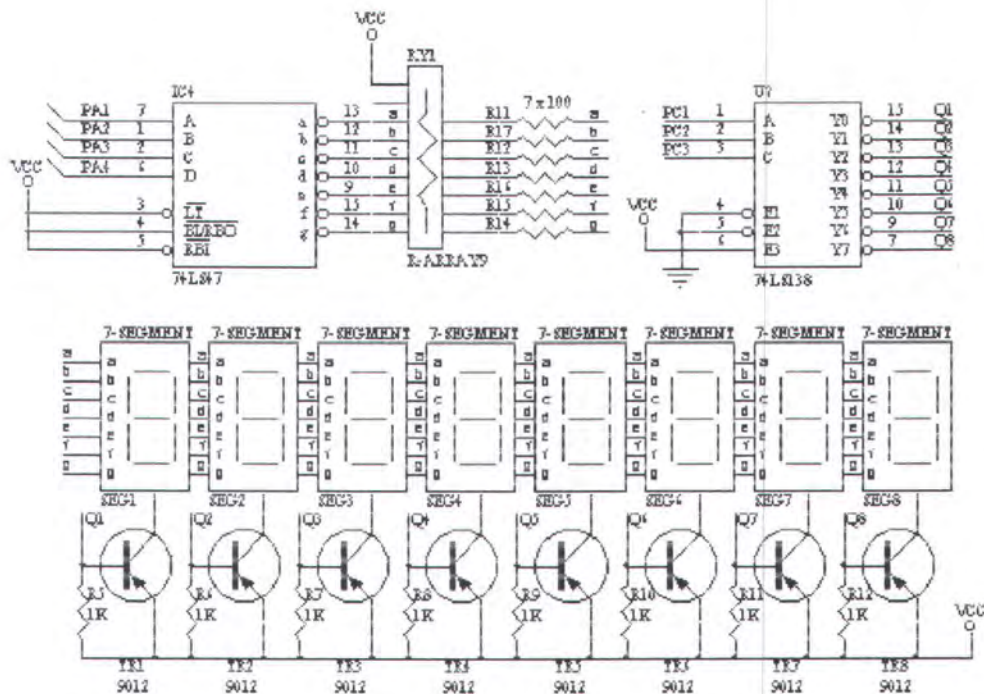
Gambar 4.14 Rangkaian konversi ADC0804

Pada perencanaan ini tegangan reverensi yang dipakai pada ADC sebesar 1,25 volt, sehingga untuk kondisi skala penuh besarnya input dari ADC sebesar $2 \times 1,25$ volt yaitu 2,5 volt. Sedangkan range sinyal yang akan diinputkan adalah 0 sampai 2,5 volt. Output dari ADC ini adalah 8 bit yang nantinya akan diinputkan ke port B dari PPI 8255 pada minimum sistem.

4.2.3 Bagian Output

Bagian output rangkaian display dari sistem yang direncanakan berupa display seven segment common anoda. Pada rangkaian display menggunakan komponen tambahan dekoder/driver BCD to seven segment 74LS47 dan decoder 74LS138, karena keterbatasan dari jumlah port yang ada.

Jumlah dari 7-segment yang digunakan sebanyak 8 buah, dimana 4 buah untuk display besarnya kuat cahaya, 2 buah untuk besarnya temperatur dan 2 buah untuk besarnya kelembaban. Proses penampilannya dilakukan secara scanning atau bergantian dengan waktu tunda tertentu sehingga nampak bersamaan. Dan pada masing-masing common-nya dihubungkan ke VCC melalui transistor 9012 sebagai penguat arusnya. Rangkaian Display seperti terlihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Rangkaian Display



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAB V
PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK

BAB V

PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK

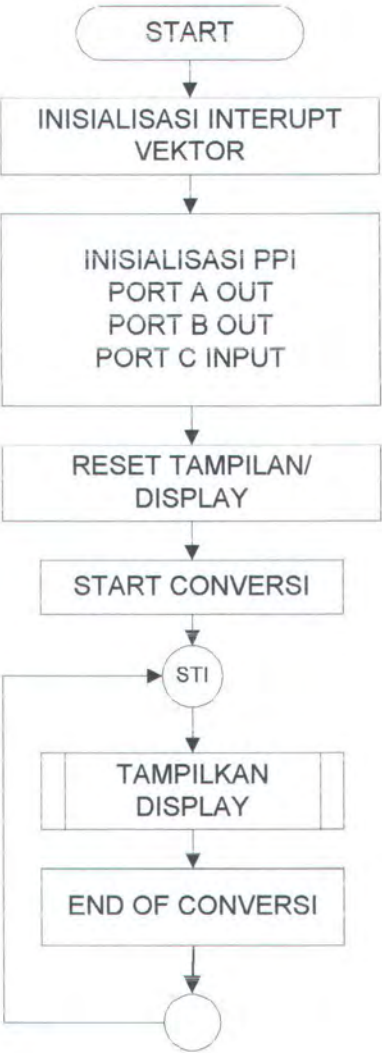
Perangkat lunak yang digunakan meliputi dua macam yaitu :

1. Perangkat lunak minimum sistem 8088 yang berfungsi mengolah data untuk display.
2. Perangkat lunak fuzzy NLX220 yang berfungsi sebagai proses kerja dari pembuatan alat ini.

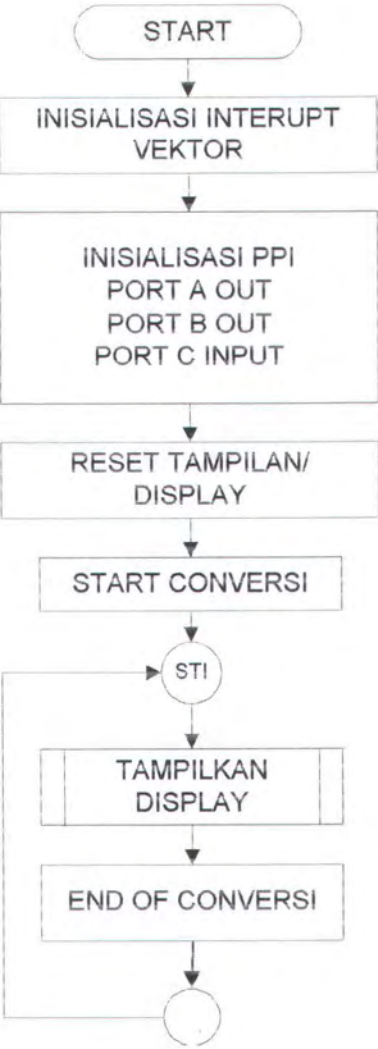
5.1 Perangkat lunak Minimum Sistem 8088

Perangkat lunak minimum sistem 8088 digunakan untuk mengolah data nilai-nilai setting dan hasil konversi sensor-sensornya yang kemudian ditampilkan pada display seven segment. Bahasa pemrograman yang dipakai pada perencanaan ini adalah bahasa assemble 8088 dan dengan memanfaatkan pin interrupt-nya. Program interrupt ini digunakan untuk pengambilan data dari ADC dan pembacaan tombol SET/DISPLAY.

Flowchart program display seperti terlihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Flowchart Program Display



Gambar 5.1 Flowchart Program Display

Program Untuk Display dengan Minimum Sistem 8088 adalah sebagai berikut :

```

*****
;
;*   Display Inkubator Kultur Jaringan           *
;*   Nama : M.AZAM MACHUDIN                     *
;*   Nrp  : 2295 100 536                         *
*****
;
portA    equ 3e0h
portB    equ 3e1h
portC    equ 3e2h
c word   equ 3e3h

Intvec    segment word at 00h
           org 0feh*4
ADConv    dw 2 dup (0)                          ;Int FEh
           org 0feh*4+2
ADCs      dw 2 dup (0)

           org 0fdh*4
Sett      dw 2 dup (0)                          ;Int FDh
           org 0fdh*4+2
Setts     dw 2 dup (0)

;Menentukan prioritas dari dua atau lebih
;tombol yang ditekan

           org 0fch*4
Pr1        dw 2 dup(0)                          ;Int FCh
           org 0fch*4+2
Pr1s       dw 2 dup(0)

           org 07fh
           dw 2 dup (0)
t stack label word
           Intvec ends

Kode      segment
           assume cs:Kode,ds:Kode,ss:Intvec
           org 100h

start:
           jmp mulai

rammem    db ?
led1      db ?

```

led2	db ?
led3	db ?
led4	db ?
key	db ?
data	db ?
ledT1	db ?
ledT2	db ?
ledH1	db ?
ledH2	db ?
ledL1	db ?
ledL2	db ?
ledL3	db ?
ledL4	db ?
seting	db ?
Dtemp	db ?
Tuap1	dw ?
Tuap2	db ?
cek	db ?
suhu	db ?
Tled1	db ?
Tled2	db ?
lembab	db ?
dhumy	db ?
Hled1	db ?
Hled2	db ?
cahaya	db ?
ssuhu	db ?
dtemp	db ?
STled1	db ?
STled2	db ?
slembab	db ?
dshumy	db ?
SHled1	db ?
SHled2	db ?
scahaya	db ?
nilai	db ?
cekset	db ?
Lled1	db ?
Lled2	db ?
Lled3	db ?
Lled4	db ?
SLled1	db ?
SLled2	db ?
SLled3	db ?
SLled4	db ?

```

jumlah      db ?
simpan      dw ?
hasil       dw ?

```

```
mulai:
```

```

mov ax,cs
mov ds,ax
xor ax,ax
mov es,ax
mov ss,ax
lea si,rammem
mov ax,400h
mov di,ax
mov sp,800h
mov cx,1000
rep movsb

```

```
;Inisialisasi Tabel Interrupt
```

```

cli
mov ax,Intvec
mov ds,ax

mov ADConv,offset Isr0    ;Int service 0
mov ADCs,cs               ;ADC
mov Sett,offset Isr1      ;Int service 1
mov Setts,cs              ;Prioritas set
mov Pr1,offset Isr1        ;Int service 1
mov Pr1s,cs               ;tombol set
mov ax,Intvec
mov ss,ax
lea sp,t_stack

```

```
;Inisialisasi PPI
```

```

mov ax,cs
mov ds,ax
xor bp,bp
mov cx,0ffffh
loop $

mov al,10000010b          ;Mode 0, PA output,
mov dx,c_word             ;PB input,PCup & down
out dx,al                 ;output

```


;Program Utama

```

*****
2

```

```

    xor ax,ax
    mov ds,ax
    mov data,00010000b
    mov cek,0
    mov al,00000000b    ;memberi nilai awal pada
    mov dx,porta        ;port A
    out dx,al
    mov seting,00h
    mov cekset,0
    mov ssuhu,0         ;-----
    mov Tled1,0         ;
    mov Tled2,0         ;
    mov Hled1,0         ;
    mov Hled2,0         ; Reset
    mov Lled1,0         ; Tampilan
    mov Lled2,0         ;
    mov Lled3,0         ;
    mov Lled4,0         ;
    mov STled1,0        ;
    mov STled2,0        ;
    mov SHled1,0        ;
    mov SHled2,0        ;
    mov SLled1,0        ;
    mov SLled2,0        ;
    mov SLled3,0        ;
    mov SLled4,0        ;-----
    mov al,00000000b    ;Start Conversi
    mov dx,portc
    out dx,al

ulang:    sti
          call tampilan    ;menampilkan ke 7-segment
          sti
          xor ax,ax
          mov al,11000000b    ;CS,RD,WR low
          mov dx,portc        ;End of Conversi
          out dx,al
          mov al,11000000b    ;Start Conversi
          mov dx,portc
          out dx,al

```

```

    jmp ulang

```

```

*****
2

```



```

out dx,al          ;menampilkan data
mov al,ledT1       ;satuan Temperatur
xor al,setting     ;
or al,data         ;
mov dx,porta       ;
out dx,al          ;
call delay         ;-----

mov al,11000110b   ;-----
mov dx,portc       ;
out dx,al          ;menampilkan data
mov al,ledT2       ;puluhan Temperatur
xor al,setting     ;
or al,data         ;
mov dx,porta       ;
out dx,al          ;
call delay         ;-----

mov al,11000101b   ;-----
mov dx,portc       ;
out dx,al          ;menampilkan data
mov al,ledH1       ;satuan Kelembaban
xor al,setting     ;
or al,data         ;
mov dx,porta       ;
out dx,al          ;
call delay         ;-----

mov al,11000100b   ;-----
mov dx,portc       ;
out dx,al          ;menampilkan data
mov al,ledH2       ;puluhan Kelembaban
xor al,setting     ;
or al,data         ;
mov dx,porta       ;
out dx,al          ;
call delay         ;-----

mov al,11000011b   ;-----
mov dx,portc       ;
out dx,al          ;menampilkan data
mov al,ledL1       ;satuan cahaya
xor al,setting     ;
or al,data         ;
mov dx,porta       ;

```



```

out dx,al
call delay

mov al,11000010b
mov dx,portc
out dx,al
mov al,ledL2
xor al,setting
or al,data
mov dx,porta
out dx,al
call delay

mov al,11000001b
mov dx,portc
out dx,al
mov al,ledL3
xor al,setting
or al,data
mov dx,porta
out dx,al
call delay

mov al,11000000b
mov dx,portc
out dx,al
mov al,ledL4
xor al,setting
or al,data
mov dx,porta
out dx,al
call delay
mov setting,00h
ret

```

Tampilan endp

;Subrutin Untuk Mencari Nilai Suhu

cari_suhu proc near

```

cmp al,40
jae carisuhu1
mov key,al
jmp psuhu

```

```

carisuhu1:  cmp al,75
            jae carisuhu2
            sub al,5
            mov key,al
            jmp psuhu

```

```

carisuhu2:  cmp al,110
            jae carisuhu3
            sub al,10
            mov key,al
            jmp psuhu

```

```

carisuhu3:  cmp al,145
            jae carisuhu4
            sub al,15
            mov key,al
            jmp psuhu

```

```

carisuhu4:  cmp al,180
            jae carisuhu5
            sub al,20
            mov key,al
            jmp psuhu

```

```

carisuhu5:  cmp al,215
            jae carisuhu6
            sub al,25
            mov key,al
            jmp psuhu

```

```

carisuhu6:  sub al,30
            mov key,al

```

```

psuhu:      mov bl,5
            xor ax,ax
            mov al,key
            div bl

```

```

            ret

```

```

cari suhu  endp

```

```

*****

```

;Subrutin Untuk Mencari Nilai Kelembaban

cari_humy proc near

cli
xor ah,ah
mov bl,3
div bl
sub al,40
jnc pos
mov al,0

pos:

mov nilai,al
xor bx,bx

mov bl,Dtemp ;Nilai referensi
xor ax,ax ;temperatur

mov al,dtemp
sub al,10
xor ah,ah
mov bl,4
mul bl
lea bx,zam
mov simpan,bx
add bx,ax
mov al,cs:[bx]
mov Tuap2,al
xor ax,ax
mov al,nilai
sub bx,ax
cmp bx,simpan
ja simp
mov bx,simpan

simp:

mov al,cs:[bx]
xor ah,ah
mov Tuap1,ax
mov bl,100
mul bl
mov bl,Tuap2
div bl

ret

cari_humy endp

;Subrutin Untuk Mencari Nilai Setting Kelembaban

cari shumy proc near

```
cli
cmp al,35
jae carishum1
mov key,al
jmp pshum
```

```
carishum1: cmp al,70
           jae carishum2
           sub al,5
           mov key,al
           jmp pshum
```

```
carishum2: cmp al,105
           jae carishum3
           sub al,10
           mov key,al
           jmp pshum
```

```
carishum3: cmp al,140
           jae carishum4
           sub al,15
           mov key,al
           jmp pshum
```

```
carishum4: cmp al,170
           jae carishum5
           sub al,20
           mov key,al
           jmp pshum
```

```
carishum5: cmp al,205
           jae carishum6
           sub al,25
           mov key,al
           jmp pshum
```

```
carishum6: sub al,30
           mov key,al
```

```
pshum:    mov bl,5
           xor ax,ax
           mov al,key
```

```

div bl
xor ah,ah
mov nilai,al
xor bx,bx
mov bl,Dstemp           ;Nilai Referensi
xor ax,ax               ;Set Temperatur
mov al,dstemp
sub al,10
xor ah,ah
mov bl,4
mul bl
lea bx,zam
mov simpan,bx
add bx,ax
mov al,cs:[bx]
mov Tuap2,al
xor ax,ax
mov al,nilai
sub bx,ax
cmp bx,simpan
ja simphum
mov bx,simpan

simphum:  mov al,cs:[bx]
xor ah,ah
mov Tuap1,ax
mov bl,100
mul bl
mov bl,Tuap2
div bl

ret
cari shumy endp
;*****

;Subrutin Untuk Mencari Nilai Kuat Cahaya
;*****
slampu proc near
cli
mov jumlah,al
cmp al,5
jae slam
mov ax,0
ret

```

```
slam:      xor ax,ax
           mov al,jumlah
           mov bl,10
           mul bl

           add ax,750
           ret
slampu     endp
*****
2
```

;Subrutin Konfersi Hexa to Desimal
;Untuk 4 angka

```
Konver1 proc near
           cli
           push cx
           mov cx,0
           xor ax,ax
           xor dx,dx
           mov ax,hasil
           mov bx,10

konva:     xor dx,dx
           div bx
           push dx
           inc cx
           cmp cx,4
           jne konva
           pop ax
           mov led4,al
           pop ax
           mov led3,al
           pop ax
           mov led2,al
           pop ax
           mov led1,al
           pop cx

           ret
Konver1    endp
*****
2
```



```
;Subrutin Konversi Hex to Desimal
```

```
;Untuk 2 angka
```

```
*****
```

```
Konversi proc near
```

```
cli
mov key,al
push cx
mov cx,0
xor ax,ax
mov al,key
mov bl,10
konv1: div bl
push ax
xor ah,ah
inc cx
cmp cx,2
jne konv1
pop ax
mov led2,ah
pop ax
mov led1,ah
pop cx
ret
```

```
Konversi endp
```

```
*****
```

```
;Subrutin Delay
```

```
*****
```

```
Delay proc near
```

```
push cx
mov cx,1fhh ;3fhh
azam: loop azam
pop cx
ret
```

```
Delay endp
```

```
*****
```

```
===== Interrupt =====
```

```
;Interrupt Service Routine 0
```

```
;Untuk setting menaikkan temperatur
```

```
*****
```

```
Isr0 proc near
```

```
cli
mov al,00000000b
mov dx,portC
```

```

out dx,al
cmp cek,0
jne humy                ;nilai humidity
mov cek,1
mov data,00100000b      ;data seleksi input
mov al,11000000b

mov dx,portC
out dx,al
mov dx,portb            ;ambil data dari ADC
in al,dx                ;
mov suhu,al

mov al,00000000b
mov dx,portC
out dx,al
call konversi
mov al,led1
mov Tled1,al
mov al,led2
mov Tled2,al
call tampilan           ; .....
Iret

humy: cmp cek,1
      jne light
      mov cek,2
      mov data,00110000b      ;data seleksi input
      mov al,11000000b

      mov dx,portC
      out dx,al
      mov dx,portb            ;ambil data dari ADC
      in al,dx                ;
      mov lembab,al

      mov al,00000000b
      mov dx,portC
      out dx,al
      mov al,lembab
      call cari_humy
      mov dhumy,al
      call konversi
      mov al,led1
      mov Hled1,al

```

```

mov al,led2
mov Hled2,al
call tampilan
Iret

light:  cmp cek,2
        jne stemp
        mov cek,3
        mov data,01000000b      ;data seleksi input
        mov al,11000000b
        mov dx,portC
        out dx,al

        mov dx,portb            ;ambil data dari ADC
        in al,dx
        mov cahaya,al

        mov al,00000000b
        mov dx,portC
        out dx,al
        xor ax,ax
        mov al,cahaya
        call slampu
        mov hasil,ax
        call konver1
        mov al,led1
        mov Lled1,al
        mov al,led2
        mov Lled2,al
        mov al,led3
        mov Lled3,al
        mov al,led4
        mov Lled4,al
        call tampilan
        Iret

stemp:  cmp cek,3
        jne shumy
        mov cek,4
        mov data,01010000b      ;data seleksi input
        mov al,11000000b

        mov dx,portC
        out dx,al

```



```

mov dx,portb           ;ambil data dari ADC
in al,dx               ;
mov ssuhu,al

mov al,00000000b
mov dx,portC
out dx,al
mov al,ssuhu
call cari_suhu
mov dstemp,al
mov al,dstemp
call konversi
mov al,led1
mov STled1,al
mov al,led2
mov STled2,al
call tampilan
Iret

shumy: cmp cek,4
       ne slight
       mov cek,5
       mov data,01100000b           ;data seleksi input
       mov al,11000000b
       mov dx,portC
       out dx,al

       mov dx,portb           ;ambil data dari ADC
       in al,dx
       mov slembab,al

       mov al,00000000b
       mov dx,portC
       out dx,al
       xor ax,ax
       mov al,slembab
       call cari_shumy
       mov dshumy,al
       call konversi
       mov al,led1
       mov SHled1,al
       mov al,led2
       mov SHled2,al
       call tampilan
       Iret

```

slight:

```

mov cek,0
mov data,00010000b      ;data seleksi input
mov al,11000000b
mov dx,portC
out dx,al

mov dx,portb             ;ambil data dari ADC
in al,dx
mov scahaya,al

mov al,00000000b
mov dx,portC
out dx,al
xor ax,ax
mov al,scahaya
call slampu
mov hasil,ax
call konver1
mov al,led1
mov SLled1,al
mov al,led2
mov SLled2,al
mov al,led3
mov SLled3,al
mov al,led4
mov SLled4,al
call tampilan
Iret

```

Isr0 endp

;Interrupt service rutin 1

;Untuk menjalankan Tombol Set

Isr1 proc near

```

cli
mov seting,10000000b
xor cekset,1
mov Lled3,8
mov Lled2,9

push cx
mov cx,06

```

nil:

```
call tampilan
loop nil
pop cx
Iret
endp
```

Isr1

2

;Data Tekanan Uap Untuk Kelembaban

zam proc near

```
db 35
db 36
db 37
db 37
db 38
db 39
db 40
db 40
db 41
db 42
db 43
db 43
db 44
db 45
db 46
db 46
db 47
db 48
db 49
db 49
db 50
db 51
db 52
db 53
db 54
db 55
db 56
db 57
db 58
db 59
db 60
db 61
db 62
db 63
```


db 64
db 65
db 66
db 67
db 68
db 69
db 70
db 72
db 74
db 76
db 77
db 79
db 81
db 83
db 85
db 87
db 89
db 91
db 92
db 94
db 96
db 98
db 100
db 102
db 104
db 106
db 107
db 109
db 111
db 113
db 115
db 117
db 119
db 121
db 122
db 124
db 126
db 128
db 130
db 132
db 134
db 136
db 137
db 139
db 141

db 143
db 145
db 147
db 149
db 151
db 152
db 154
db 156
db 158
db 160
db 162
db 164
db 166
db 167
db 169
db 171
db 173
db 175
db 177
db 179
db 181
db 182
db 184
db 186
db 188
db 190
db 192
db 194
db 196
db 197
db 199
db 201
db 203
db 205
db 207
db 209
db 211
db 212
db 214
db 216
db 218
db 220

ret

zam

endp

	org 20f0h	;Start On CPU
	db 0eah	;-----
	dw 100h	;Eprom 2764
	dw 0fdf0h	;-----
Kode	ends	
	end start	

5.2 Perangkat Lunak Untuk Logika Fuzzy NLX220

Perangkat lunak penunjang aplikasi ini adalah softwarec Insight. Dimana software ini dipakai untuk mendefinisikan :

1. Input
2. Output
3. Variabel
4. Rules
5. Simulasi, dan
6. Down-Load rule

5.2.1 Input

Pada logika fuzzy NLX220 ini mempunyai 4 input internal dan 4 input eksternal. Penentuan definisi input tersebut ditentukan dari kebutuhannya. Dalam perencanaan pembuatan alat ini menggunakan satu input internal yang digunakan untuk umpan balik internal dari output cahaya. Sedangkan umpan balik yang lain secara eksternal, dimana dibandingkan dengan setting secara superfisi. Adapun jenis input internal-nya adalah :

1. **FLIGHT**, merupakan umpan balik internal dari output **CAHAYA**

Sedangkan input yang dihubungkan secara eksternal adalah :

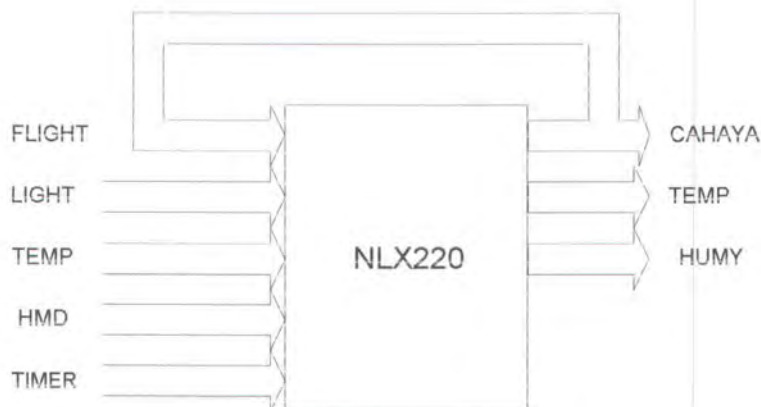
1. **TMP**, merupakan masukan dari proses error antara nilai sensor temperatur dengan nilai setting-nya.
2. **LIGHT**, merupakan masukan dari besarnya seting kuat cahaya.

3. **HMD**, merupakan masukan dari proses error antara nilai sensor kelembaban dengan setting-nya.
4. **TIMER**, merupakan masukan dari clock dengan periode 24 jam.

5.2.2 Output

Jenis-jenis output yang dihubungkan dengan rangkaian kontrol adalah :

1. **TEMP**, yang digunakan untuk mengatur kerja rangkaian kontrol temperatur.
2. **CAHAYA**, yang digunakan untuk mengatur kerja rangkaian kontrol kuat cahaya dan output ini berhubungan langsung dengan internal input sebagai umpan balik..
3. **HUMY**, yang digunakan untuk mengatur kerja rangkaian kontrol kelembaban.
4. Tidak dipakai.



Gambar 5.2 Input dan Output pada NLX220

5.2.3 Variabel

Jenis-jenis dari variabel fuzzy dari perencanaan ini adalah :

1. Untuk Error Temperatur

TMP is TZERO (118, 1, Symetric Inclusive)

TMP is TLOW (118, 14, Right Exclusive)

TMP is TH1 (118,0, Left Exclusive)

TMP is TH2 (118, 5, Left Exclusive)

TMP is THIGH (118, 14, Left Exclusive)

TMP is TL1 (118, 0, Right Exclusive)

TMP is TL2 (118, 5, Right Exclusive)

2. Untuk error Kelembaban

HMD is HHIGH (118, 0, Left Exclusive)

HMD is HZERO (118, 4, Symetric Inclusive)

HMD is HLOWER (118, 0, Right Exclusive)

3. Kontrol kuat cahaya

LIGHT is LUP1 (118, 0, Left Exclusive)

LIGHT is LUP2 (118, 5, Left Exclusive)

LIGHT is LUP3 (118, 10, Left Exclusive)

LIGHT is LZERO (118, 2, Symmetric Inclusive)

LIGHT is LLOW1 (118, 0, Right Exclusive)

LIGHT is LLOW2 (118, 5, Right Exclusive)

LIGHT is LLOW3 (118, 10, Right Exclusive)

4. Kontrol Timer

TIMER is ON (51, 10, Left Exclusive)

TIMER IS OFF (51, 0, Right Exclusive)

5.2.4 Rule

Rule dari software fuzzy yang kami rencanakan adalah :

If TMP is TLOW then TEMP - 0

If TMP is TL2 then TEMP + -1

If TMP is TL1 then TEMP + -2

If TMP is TZERO then TEMP - 127

If TMP is THIGH then TEMP - 255

If TMP is TH2 then TEMP + 2

If TMP is TH1 then TEMP + 1

If HMD is HZERO then HUMY - 127

If HMD is HHIGH then HUMY - 255

If HMD is HLOWER then HUMY - 0

If LIGHT is LUP3 AND TIMER is ON then CAHAYA - 143

If LIGHT is LUP2 AND TIMER is ON then CAHAYA + 2

If LIGHT is LUP1 AND TIMER is ON then CAHAYA + 1

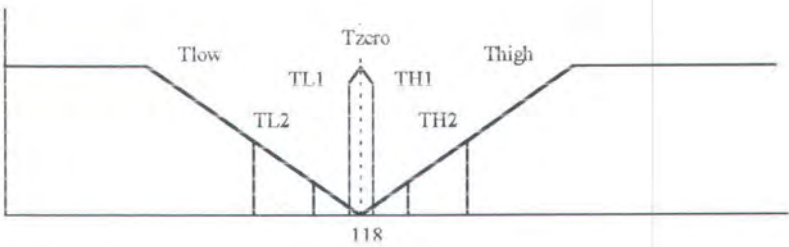
If LIGHT is LLOW2 and TIMER is ON then CAHAYA + -1

If LIGHT is LLOW1 and TIMER is ON then CAHAYA + -2

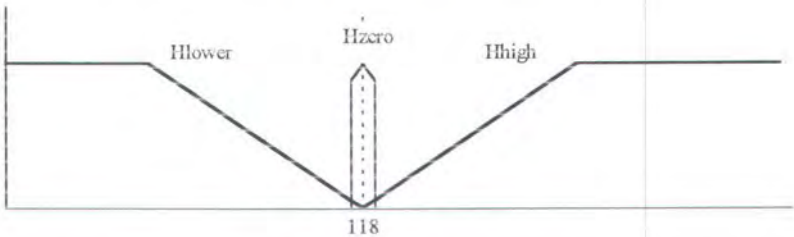
If LIGHT is LLOW3 and TIMER is ON then CAHAYA - 0

If LIGHT is LZERO and TIMER is ON then CAHAYA –FLIGHT

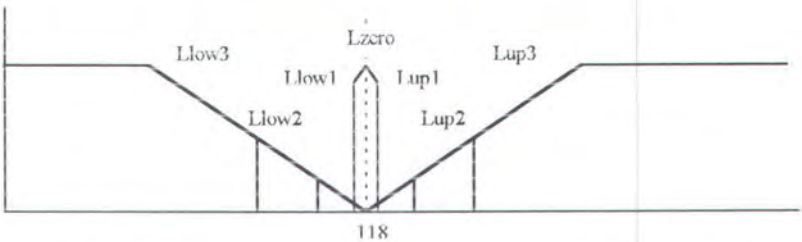
If TIMER is OFF then CAHAYA – 0



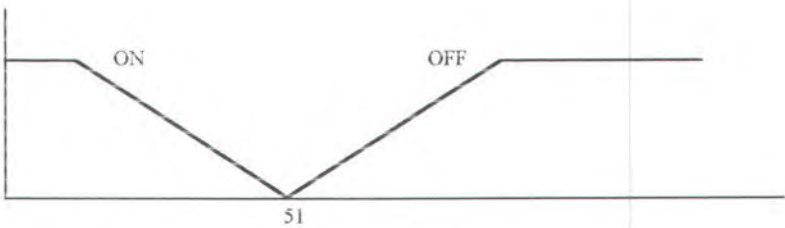
Gambar 5.3 Variabel Fuzzy untuk antecedent TMP



Gambar 5.4 Variabel Fuzzy untuk antecedent HMD



Gambar 5.5 Variabel Fuzzy untuk antecedent LIGHT



Gambar 5.6 Variabel Fuzzy untuk antecedent TIMER



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

BAB VI
PENGUJIAN DAN PENGUKURAN



MILIK PERPUSTAKAAN
ITS

BAB VI

PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

Setelah semua bagian yang direncanakan selesai dibuat, maka perlu dilakukan pengujian dan pengukuran untuk mengetahui apakah seluruh sistem sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

6.1 Kalibrasi dan Pengujian Sensor-sensor

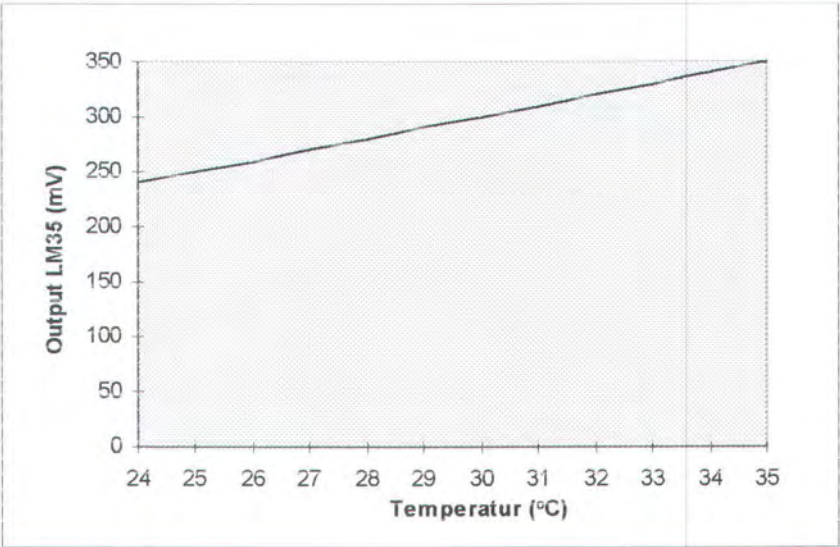
Pada sistem ini menggunakan dua macam sensor yaitu

1. LM35 yang digunakan sebagai sensor suhu, dan sebagai sensor kelembaban
2. LDR yang digunakan sebagai sensor untuk mengukur besarnya kuat cahaya (LUX).

Dua macam sensor tersebut dikalibrasi dengan membandingkan hasil penunjukannya terhadap suatu thermometer standart, alat ukur kelembaban, dan luxmeter. Adapun hasil dari pengujian dan pengukuran dari sensor temperatur LM35 seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 6.1 Hasil Pengujian dan Pengukuran Sensor Suhu

Penunjukan Thermometer (°C)	Penunjukan Sensor Suhu (mV)
24	240
25	250
26	260
27	270
28	280
29	290
30	300
32	320
33	330
35	350



Gambar 6.1 Grafik Output LM35 terhadap perubahan temperatur

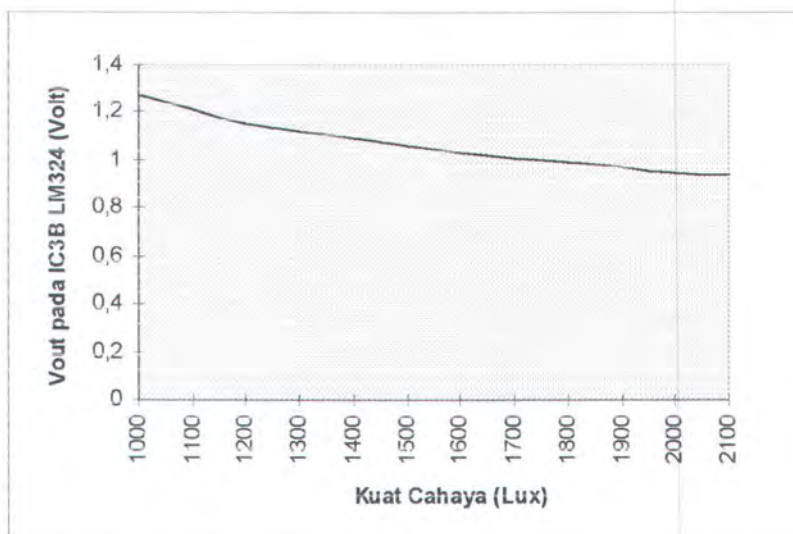
Dari hasil pengukuran terhadap sensor temperatur tersebut, terlihat bahwa perubahan besarnya output dari sensor LM35 linier terhadap perubahan

temperaturnya. Sedangkan perubahan output LM35 setiap satu derajat Celsius adalah 10mV.

Sedangkan hasil pengujian dan pengukuran dari sensor kuat cahaya (LDR) seperti ditunjukkan pada tabel 6.2.

Tabel 6.2 Hasil Pengujian dan Pengukuran Kuat Cahaya

Luxmeter (Lux)	Vout pada IC3B (LM324) (Volt)
1000	1,27
1100	1,21
1200	1,15
1300	1,12
1400	1,09
1500	1,06
1600	1,03
1700	1,01
1800	0,99
1900	0,97
2000	0,95
2100	0,94



Gambar 6.2 Grafik Vout pada IC3B LM324 terhadap perubahan kuat cahaya

Dari hasil pengukuran di atas terlihat bahwa untuk pengukuran pada 1000 Lux sampai 1200 Lux perubahan setiap 100 Lux-nya adalah 0,06 volt, untuk pengukuran 1200 Lux sampai 1600 Lux perubahan setiap 100 Lux-nya adalah 0,03 volt, untuk pengukuran 1600 sampai 2000 Lux perubahan setiap 100 Lux-nya adalah 0,02 volt dan untuk pengukuran 2000 sampai 2100 perubahannya adalah 0,01 volt.



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

***BAB VII
PENUTUP***

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari hasil ujicoba sistem yang telah dibuat maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dengan menggunakan fuzzy pengaturan kondisi inkubator dapat dilakukan secara terintegrasi, tidak berdiri sendiri-sendiri, dimana kondisi inkubator dikenali dengan menggunakan semua data dari unsur-unsur yang mempengaruhi iklim yang pada umumnya saling mempengaruhi dan respon yang dihasilkan juga secara keseluruhan, sehingga outputnya diharapkan adalah solusi terbaik untuk kondisi tersebut.
2. Dengan menggunakan kontroler fuzzy mekanisme sistem pengontrolan kondisi inkubator ruang penumbuh menjadi mirip dengan cara berpikir manusia.
3. Pada perencanaan alat pengontrol ini perlu diperhatikan kemampuan dari pemanas ,pendingin dan penambahan uap air agar respon dari perubahan kondisi inkubator yang diinginkan cepat tercapai.
4. Pemakaian Kontroler logika Fuzzy NLX220 untuk pengembangan kontrol dinamis lebih lanjut sangat terbuka lebar, karena dengan fasilitas kemudahan terutama jenis *floating membership function*-nya.

Untuk pengembangan lebih lanjut mungkin ke arah yang dapat menyesuaikan dengan berbagai jenis plant yang dikontrol.

7.2 Saran-saran

Saran-sasan yang perlu dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Penggunaan dan penempatan posisi sensor-sensor yang optimal sangat mempengaruhi hasil pengolahan datanya.
2. Pengembangan mengenai pengaturan kuat cahaya agar diperoleh range yang lebar dan lebih tepat sesuai dengan besarnya setting yang diinginkan.
3. Untuk memperoleh besarnya kuat cahaya yang diinginkan dan stabil dapat dilakukan dengan menggunakan pengaturan posisi lampu TL atau menggerakkan lampu TL mendekati atau menjauhi obyek.
4. Dengan lebih banyak melakukan percobaan *rule*, dapat diperoleh hasil yang lebih baik, karena itu disarankan, untuk pembuatan peralatan dengan menggunakan fuzzy tidak dilakukan dalam waktu yang singkat, karena dalam hal ini pengalaman sangat menentukan hasil yang diperoleh.



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

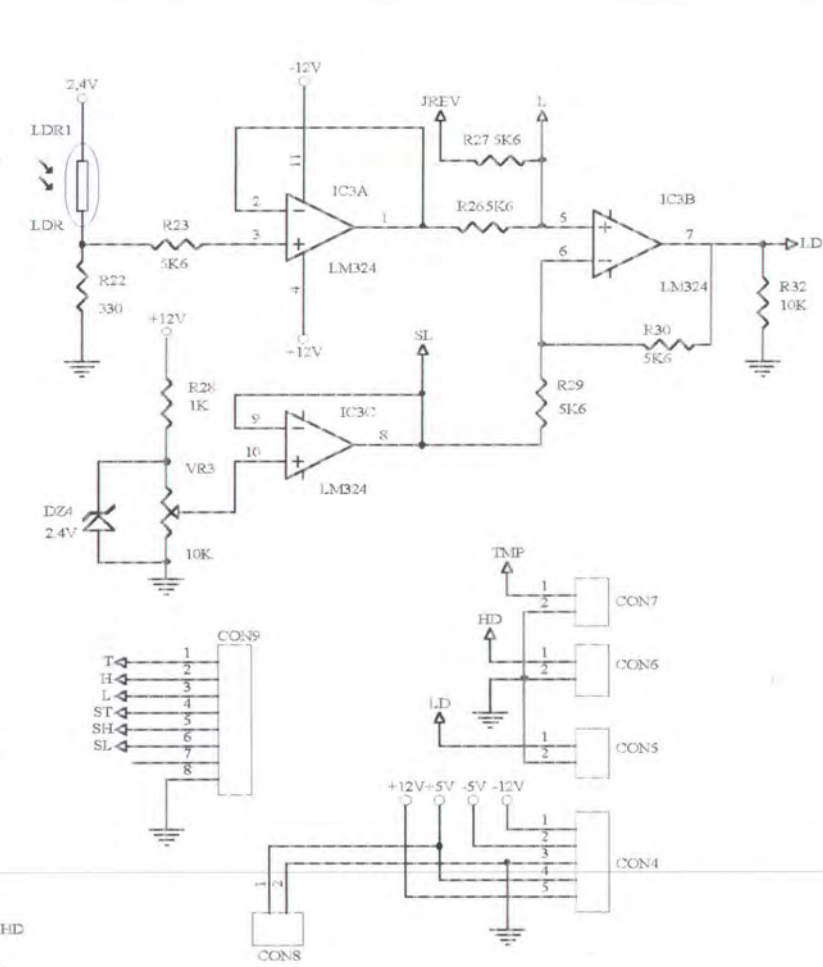
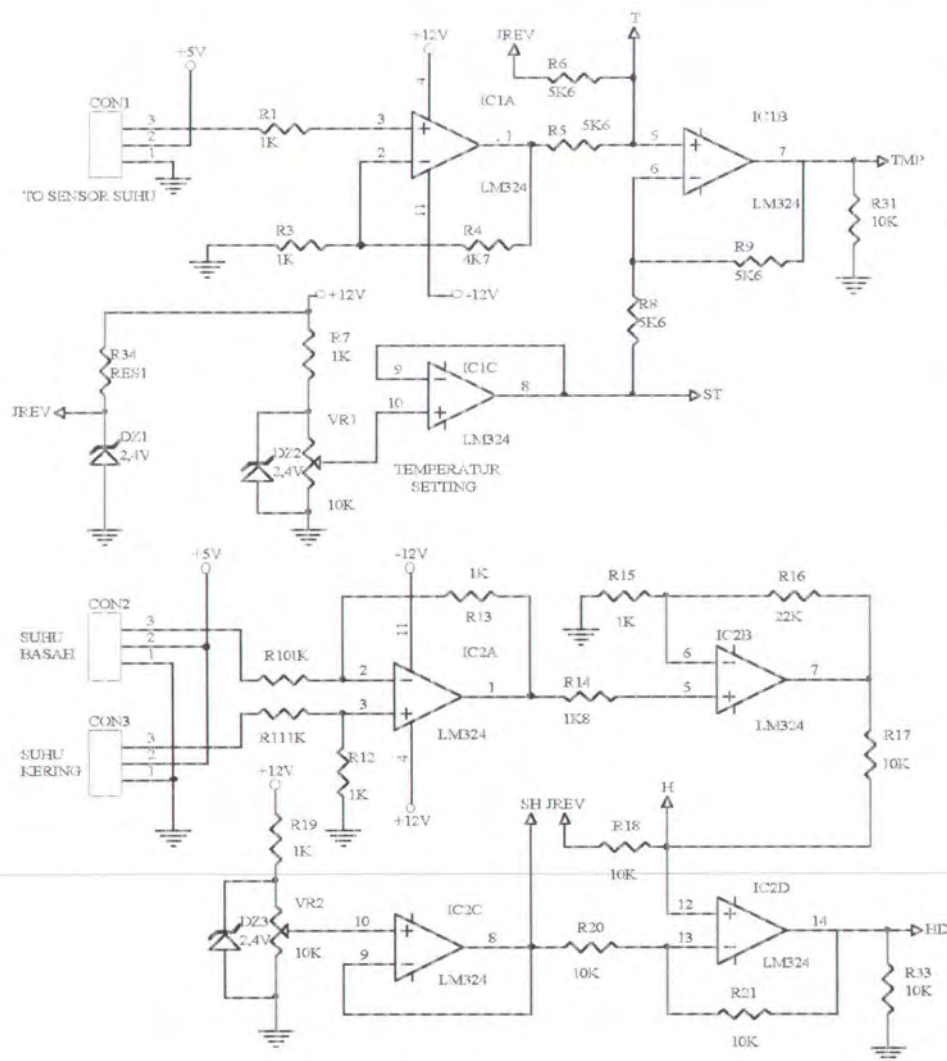
1. Carr, Joseph J., SENSOR AND CIRCUIT, PTR Prentice-Hall, Inc, 1993.
2. Coughlin, Robert F., PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKAIAN TERPADU LINIER, Penerbit Erlangga, 1992.
3. Zemansky, Sears, FISIKA UNTUK UNIVERSITAS 1, Rosida Offset.
4. -----, BULETIN PENELITIAN TANAMAN HIAS VOL.2 NO.1, 1994
5. -----, FUZZY MICROCONTROLLER DEVELOPMENT SYSTEM, American Neuralogix Inc., 1992.
6. -----, HIGH-SPEED CMOS DATA, Motorola, 1996
7. -----, JURNAL BIOTEKNOLOGI PERTANIAN VOL.1 NO. 1, 1994
8. -----, NATIONAL DATA ACQUISITION DATABOOK, Natinal semiconductor, 1995.
9. -----, NATIONAL OPERATIONAL AMPLIFIERS DATABOOK, National Semiconductor, 1995.
10. -----, NLX220 STAND ALONE FUZZY LOGIC CONTROLLER, Preliminary Data, Neural Logic. 1994.
11. -----, PENELITIAN HORTIKULTURA VOL. 6 NO. 1, 1994
12. -----, PENELITIAN HORTIKULTURA VOL. 6 NO. 2, 1994



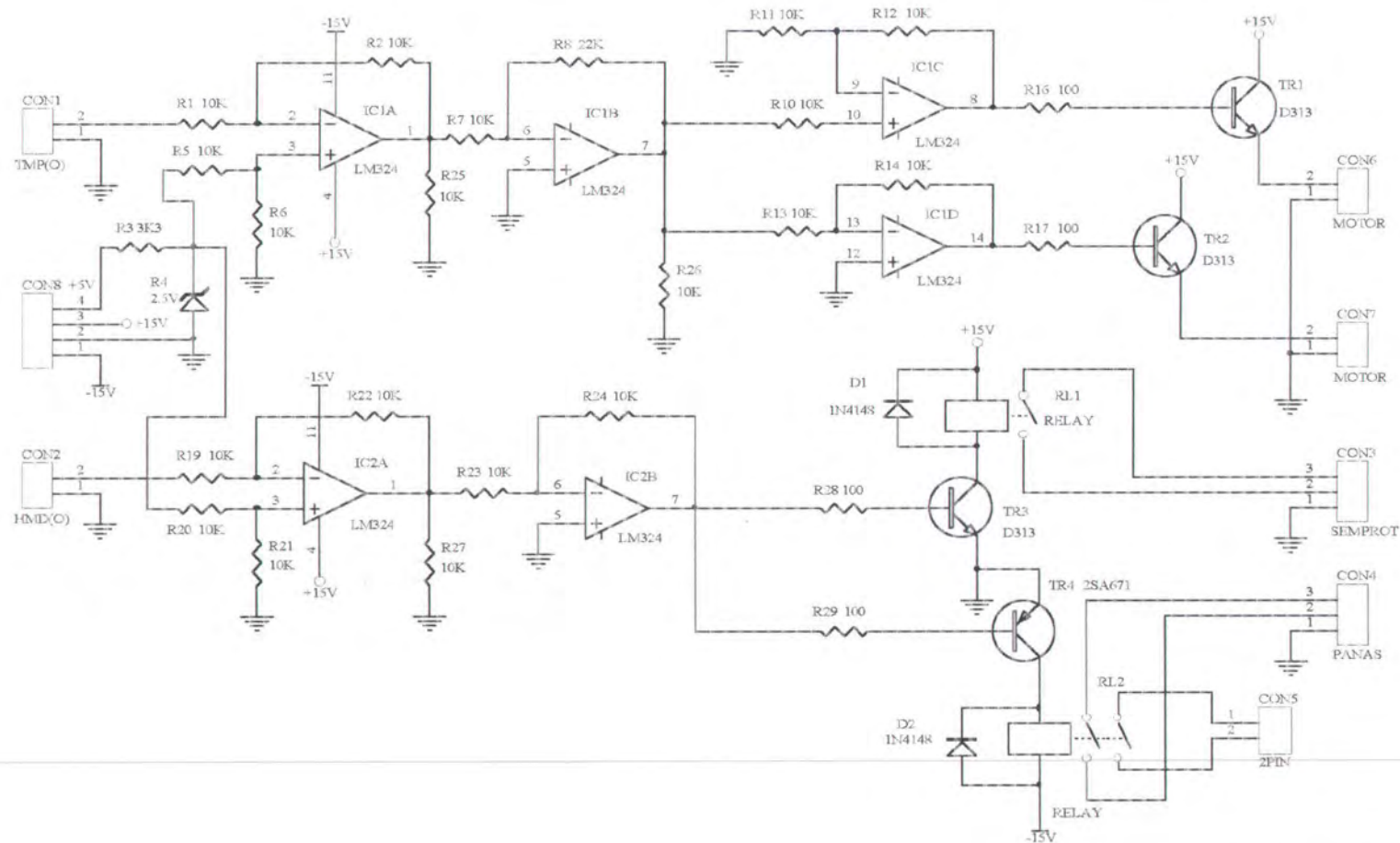
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

LAMPIRAN

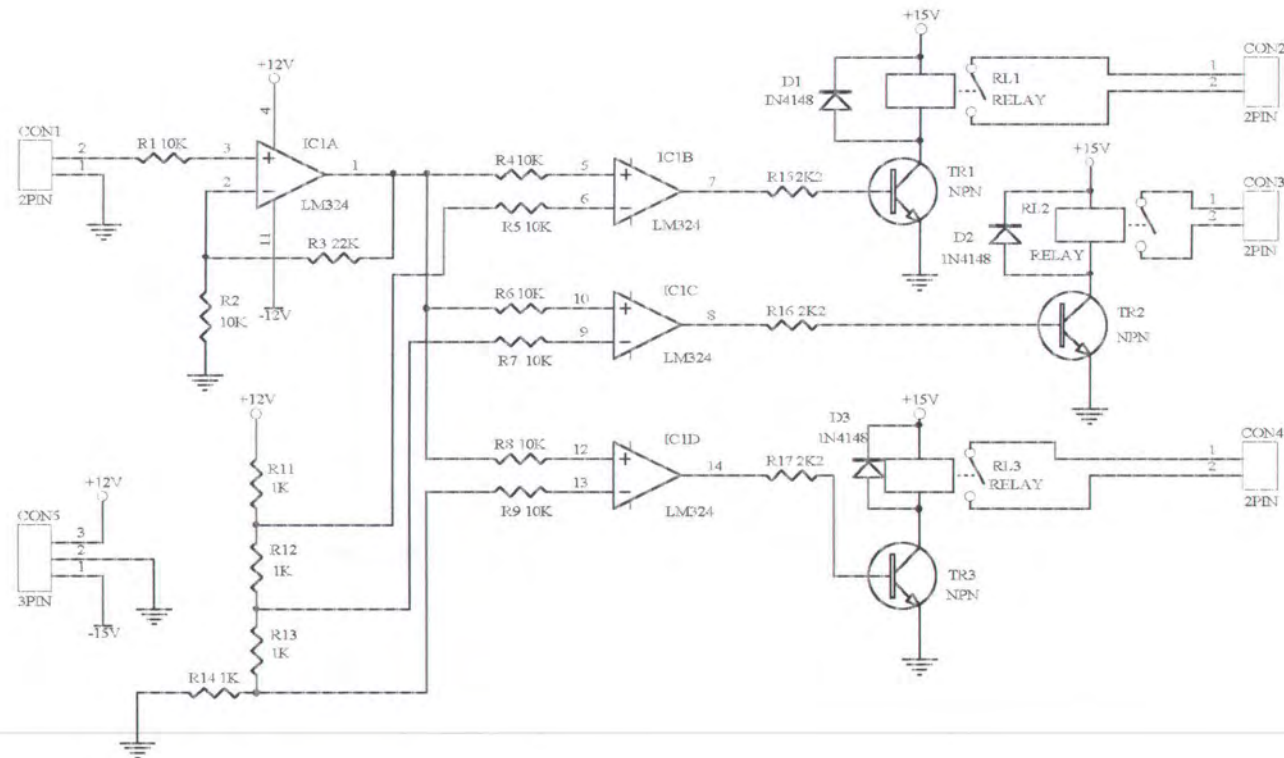




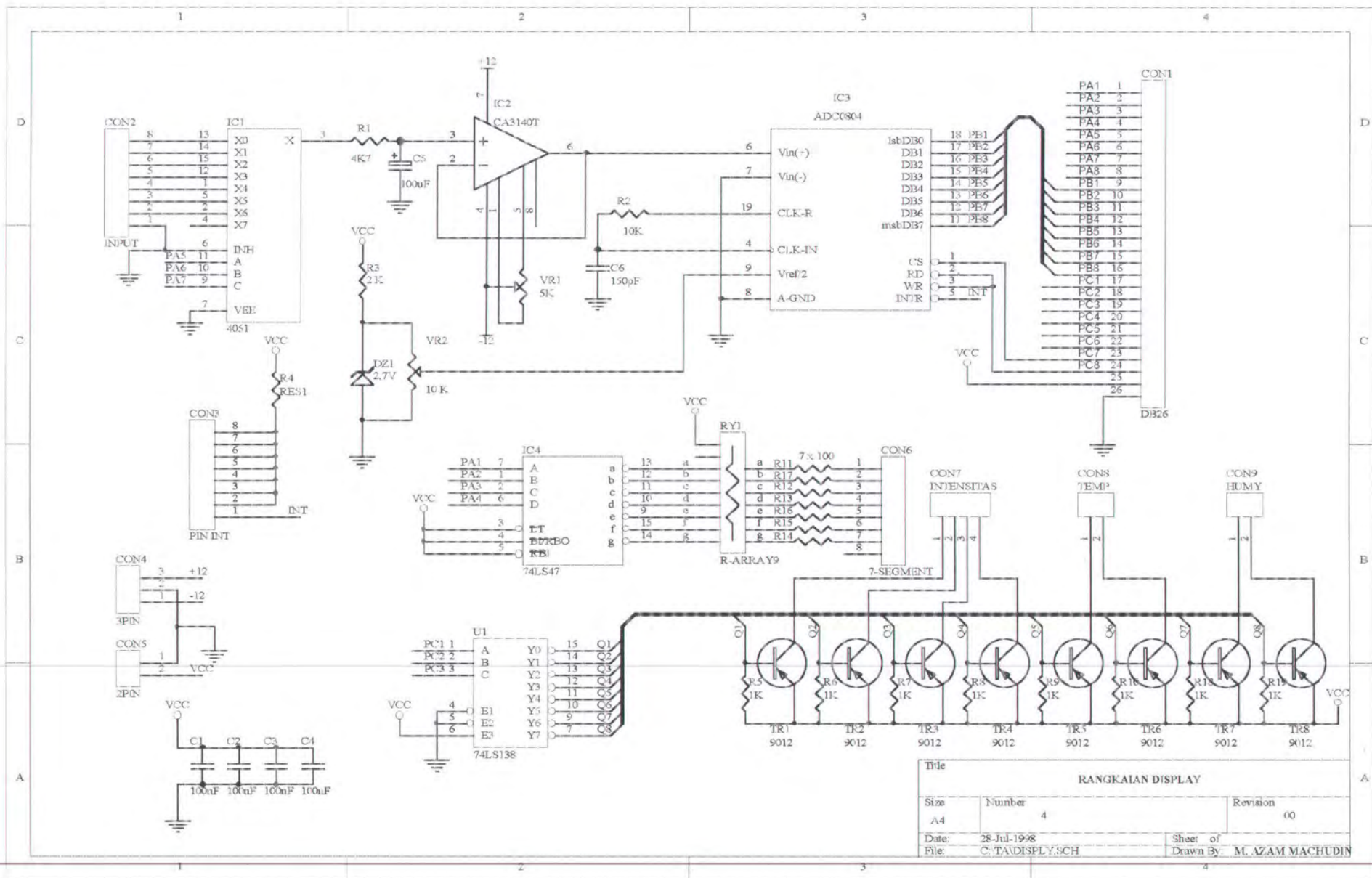
RANGKAIAN INPUT FUZZY			
Size	Number	Revision	
A4	1	00	
Date:	28-Jul-1998	Sheet of	
File:	C:\TAMSEN\SORREV.SCH	Drawn By:	M. AZAM MACHUDIN



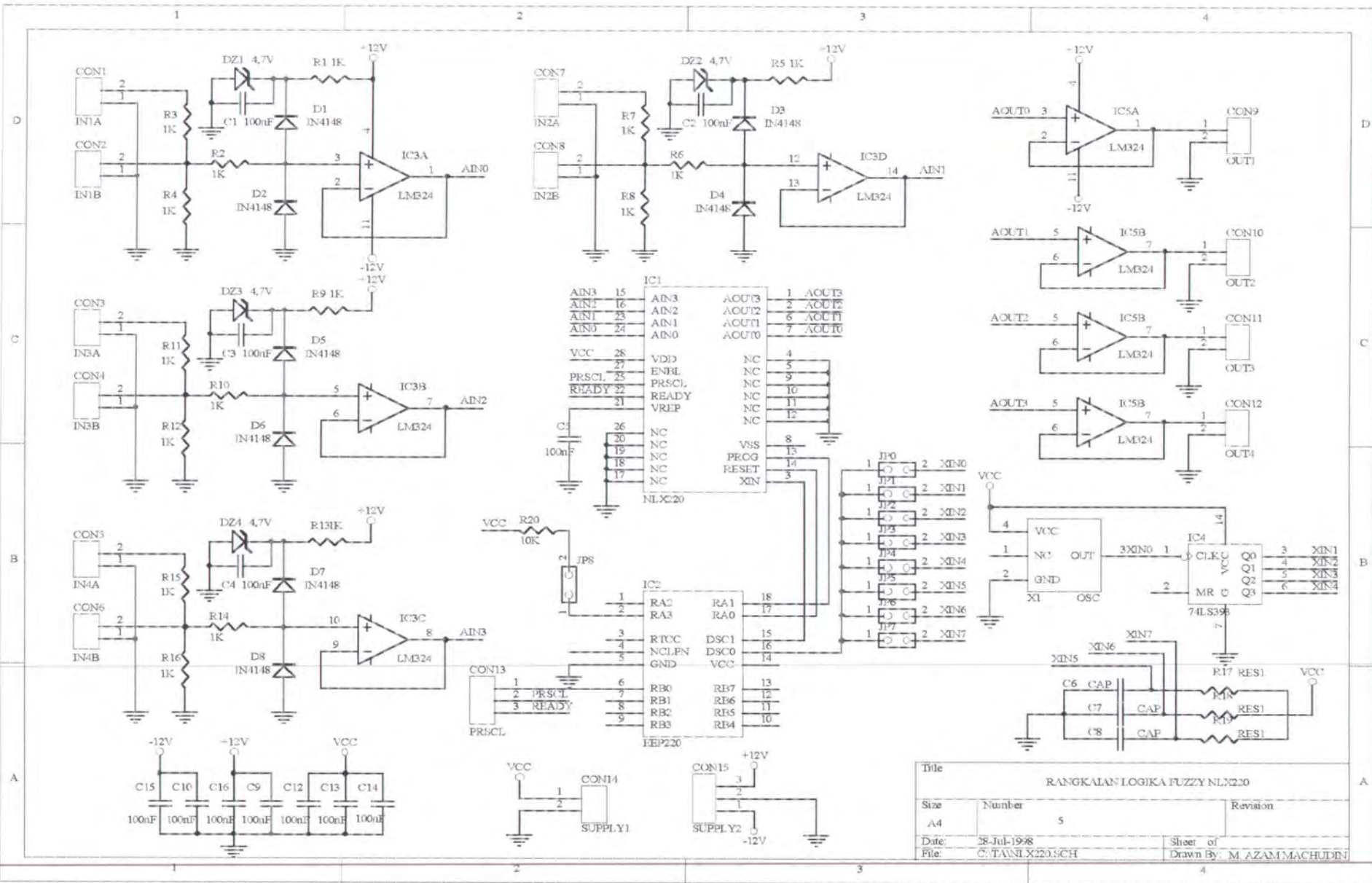
Title			
CONTROL TEMPERATUR DAN KELEMBABAN			
Size	Number	Revision	
A4	2	00	
Date:	28-Jul-1998	Sheet of	
File:	C:\TAVOUT\TUT SCH	Drawn By: M. AZAMMACHUDIN	



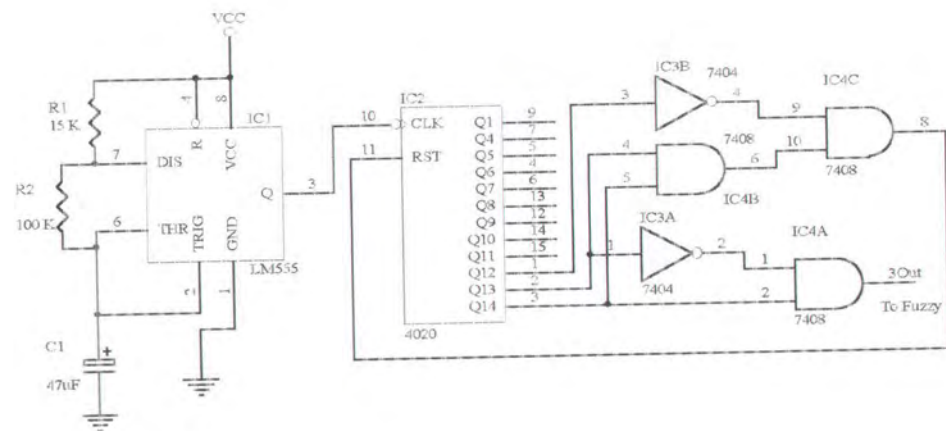
Title			
CONTROL INTENSITAS CAHAYA			
Size	Number	Revision	
A4	3	00	
Date:	28-Jul-1998	Sheet of	
File:	C:\TA\OUT2.SCH	Drawn By:	M. AZAM MACHUDIN



Title		
RANGKAIAN DISPLAY		
Size	Number	Revision
A4	4	00
Date:	28-Jul-1998	Sheet of
File:	C:\TAN\DISPLAY.SCH	Drawn By: M. AZAM MACHUDIN



Title			
RANGKAIAN LOGIKA FUZZY NLX220			
Size	Number	Revision	
A4	5		
Date:	28-Jul-1998	Sheet of	
File:	C:\TANILX220.SCH	Drawn By: M. AZAM MACHUDIN	



Title		RANGKAIAN CLOCK 24 JAM	
Size	Number	Revision	
A4	6		
Date:	28-Jul-19-8	Sheet of	
File:	C:\TAJAM\SC\H	Drawn By:	M. AZAM MACHUDIN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



M. Azam Machudin lahir di Bojonegoro, pada tanggal 8 Mei 1971, putra dari Abdul Munib dan Siti Mutma'inah. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri II Kalitidu dan lulus pada tahun 1984. Pendidikan menengah di tempuh di SMP Negeri Kalitidu dan lulus pada tahun 1987.

Kemudian dilanjutkan di SMA Negeri I Bojonegoro dan lulus pada tahun 1990. Melanjutkan pendidikan di Politeknik Universitas Brawijaya Malang dan lulus pada tahun 1993. Kemudian mengikuti program lintas jalur dan diterima di Teknik Elektro ITS pada tahun 1995 dan diharapkan lulus pada ujian tugas akhir periode wisuda September 1998. Selama berada di Teknik Elektro ITS, penulis pernah menjadi asisten praktikum Rangkaian Listrik dan Elektronika.